This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

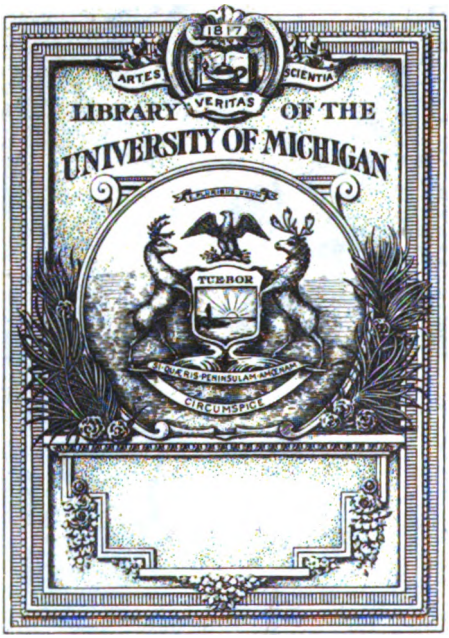
+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Annales de la Société des sciences naturelles de la ...

Société des sciences naturelles de la Charente-Maritime, Société des sciences ...



RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
Acad. de la Rochelle

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

QH
3
.C472

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

LA CHARENTE-INFÉRIEURE

Digitized by Google

La Société des Sciences naturelles a été reconnue établissement d'utilité publique par décret du 4 septembre 1852.

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIV. OF CH.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ACADÉMIE DE LA ROCHELLE

SOCIÉTÉ

DES

SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

ANNALES DE 1902 A 1905

N° 34

LA ROCHELLE
IMPRIMERIE E. MARTIN, RUE DE L'ESCALE, 20

1906

Digitized by Google

Digitized by Google

Journal
Académie de la Rochelle
Arch.

COMPTE RENDU

DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

D'APRÈS LE REGISTRE DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉE 1902

Dans la séance de décembre 1901, le Bureau de la Société avait été ainsi constitué :

Président, M. BERNARD.

Vice-Présidents..... M. MEYER. M. FOUCAUD.

Trésorier, M. COUNEAU.

Conservateur, M. BERNARD.

Conservateur adjoint, M. BASSET.

Archiviste, M. DE RICHEMOND.

Bibliothécaire, M. THIBAUDEAU.

Secrétaire, M. GUILLEMIN.

Secrétaire adjoint, M. le Dr PINEAU.

Digitized by Google

Pendant l'année 1902, sept candidatures de membres titulaires ont été acceptées à l'unanimité ; ce sont celles de :

MM. Boutineau, pharmacien-major, à La Rochelle ; Dr Baylac, Paul Carrière, pharmacien honoraire ; Dubourg, professeur départemental d'agriculture ; Martineau, président du Tribunal civil ; Saint-Yves, capitaine d'artillerie, et Soenen, pharmacien, à La Rochelle.

Onze séances, avec une assistance moyenne de quinze membres, ont été tenues pendant cette année.

De nombreuses questions ont été agitées et discutées ; des communications et des travaux ont été apportés, dont nous donnons ci-après un résumé succinct :

Janvier. — Parmi les nombreuses publications reçues par la Société, nous devons signaler l'ouvrage offert par M. le Dr Gautier, de Melle, membre correspondant. C'est la traduction du 1er volume d'une remarquable chimie industrielle allemande.

Notre collègue, M. Girard, fait également hommage de deux ouvrages dont il est l'auteur : *l'Aunis et la Saintonge maritimes* et *la Normandie maritime.*

Février. — Compte rendu de travaux et analyse de diverses publications par MM. Eury, Guillemin et Vivier.

Mars. — Notre collègue, M. Dollot, qui habite Paris, a représenté la Société des sciences naturelles à la remise de la médaille offerte par les paléologues à M. Gaudry, de l'Institut, notre membre correspondant.

Digitized by Google

M. Couneau fait part des travaux de la Société de météorologie. Des appareils scientifiques ont été mis à la disposition de M. Proriol, directeur de l'école normale d'instituteurs.

D'intéressants articles sur la transmissibilité de la tuberculose bovine à l'homme, sur la téléphonie sans fils et sur l'influence de la musique sur les moustiques, parus dans des revues savantes, sont analysés et commentés par M. Guillemin.

Une séance extraordinaire a été tenue le 24 mars 1902, motivée par la question de la *Flore de France*.

La Société des sciences naturelles étant libérée de ses engagements vis-à-vis des auteurs de cette vaste publication, il était nécessaire de savoir si nous continuerions à patronner celle-ci et à quelles nouvelles conditions, en rapport avec notre budget.

Devant les nouvelles propositions de M. Rouy et les considérations d'ordre financier développées par M. Couneau, la Société décide de continuer la publication de la *Flore de France*.

Mai. — M. Bernard fait une intéressante communication sur la baleine échouée récemment sur la côte de l'île d'Oleron. De nombreux détails sont fournis par notre Président, qui a complété son travail par une étude historique de tous les animaux de ce genre échoués sur nos côtes. La photographie communiquée par M. Bernard est reproduite dans ce volume.

Juillet. — Communication de M. Bernard sur « l'*Hyponomenta Padinella* » qui a envahi les feuilles de pommier de Rompsay.

Octobre. — M. Couneau rend compte du Congrès

Digitized by Google

scientifique de Montauban, où il représentait la Société des sciences naturelles. Une des curiosités qui ont le plus frappé les membres de ce Congrès est l'omnibus automobile à Trolley sans rails, sur lequel notre savant collègue, M. Turpain, fournit des explications techniques.

M. Turpain communique ensuite un très intéressant travail personnel, relatant les expériences de prévision des orages entrepris par l'auteur, au moyen du cohéreur et des dispositifs qui ont été installés dans le domaine de Château-Pavie, à Saint-Emilion (Gironde).

M. Turpain a pu ainsi être averti d'un orage, alors qu'aucun signe atmosphérique ne permettait de le déceler. Ces expériences peuvent recevoir une application pratique grandement utile dans les pays où la lutte contre la grêle au moyen du canon s'est généralisée.

M. Bernard a recueilli dans l'excursion mycologique de Vouvant des champignons non encore signalés dans notre région. Il a reproduit ces espèces sur des planches dessinées avec une irréprochable précision et les communique à la Société.

M. Guillemin présente à ses collègues des cendres éruptives provenant du Mont-Pelé.

Décembre. — M. Eury analyse et commente les comptes rendus de l'Académie des sciences. — M. Meyer entretient la Société de l'influence des incisions annulaires sur la végétation.

Pendant l'année 1902, la Société des sciences naturelles a fait les excursions suivantes :

Digitized by Google

Le 20 avril, à Fouras (botanique et géologie) ; le 11 mai, à l'île de La Dive et Saint-Michel-en-L'Herm ; le 21 septembre, dans la forêt de Vouvant (mycologie).

De nombreux sociétaires ont suivi ces promenades instructives, auxquelles la présence de plusieurs dames est venue ajouter son charme gracieux.

ANNÉE 1903.

Le Bureau pour cette année, nommé à la séance de décembre 1902, était ainsi composé :

Président, M. Bernard.
Vice-Présidents ..... M. Meyer. M. Foucaud.
Secrétaire, M. Guillemin.
Secrétaire adjoint, M. le Dr Pineau.
Trésorier, M. Couneau.
Conservateur, M. Bernard.
Conservateur adjoint, M. Basset.
Archiviste, M. de Richemond.

Une seule candidature de membre titulaire a été posée et acceptée à l'unanimité pendant l'année 1903, c'est celle de M. Senné, architecte, chevalier de la Légion d'honneur.

Dix séances ont été tenues, et nous donnons ci-après le résumé des communications et travaux les plus intéressants.

Janvier. — MM. Eury, Guillemin et Vivier analysent et commentent divers articles parus dans les journaux scientifiques adressés à la Société.

Digitized by Google

Février — M. Dubourg présente un volumineux et intéressant travail sur les expériences de MM. Catraten et Benedict au sujet de l'étude qu'ils ont faite de l'alcool comme aliment.

Mars. — M. Bernard présente trois animaux rares dans notre région, qui ont été naturalisés pour le Musée : un cochon de mer, une bécasse de mer, un capros aper.

M. Couneau fait une intéressante communication sur le tirage en couleur des planches lithographiques et fait passer sous les yeux de ses collègues les remarquables épreuves obtenues pour la reproduction d'une curieuse miniature du XIVe siècle, représentant l'élection d'un maire à La Rochelle.

M. Fournier traite la question de la télégraphie sans fil et décrit les appareils employés, leur puissance et les résultats obtenus.

M. Guillemin donne connaissance des travaux de Marey sur les relations entre les mouvements et les muscles chez les animaux et des études du Dr Nobécourt sur le rôle antiseptique et antitoxique de la levure de bière.

Juin. — M. Couneau présente à la Société un curieux échantillon de collection, constitué par trois œufs contenus en un seul, chacun ayant sa coquille propre.

MM. Eury et Guillemin donnent connaissance des articles scientifiques intéressants parus dans les comptes rendus de l'Académie des sciences et dans la *Revue scientifique.*

Juillet. — M. Bernard communique un travail de

Digitized by Google

M. Dollot sur la Coupe géologique dans les travaux du Métropolitain, à Paris.

M. Eury expose un procédé très sensible et très simple, dont il est l'auteur, pour la recherche du formol dans le lait. L'addition, dans ce liquide, d'acide sulfurique concentré renfermant du fer donne, en présence de traces de formol, une belle coloration violette caractéristique.

Octobre. — M. Turpain fait une communication des plus intéressantes sur les expériences qu'il a entreprises au Puy de Dôme, en continuant ses recherches sur la foudre : avec un appareil de son invention, la présence, le rapprochement ou l'éloignement des orages peuvent être signalés à une grande distance du lieu d'observation.

M. Meyer analyse un ouvrage de Mlle Tsiklinski sur les microbes Thermophiles.

M. Bernard présente quelques animaux et curiosités recueillis pour enrichir le Muséum Fleuriau.

Novembre. — M. Thibaudeau donne connaissance d'un travail sur la foudre et les hêtres.

M. Vivier fait une intéressante communication sur les divers phénomènes d'origine sismique observés depuis plusieurs années dans la Charente-Inférieure, et notamment sur la secousse de tremblement de terre ressentie, pendant la nuit du 26 au 27 octobre 1903, à La Rochelle et dans les environs.

La Société s'occupe ensuite d'une question qui intéresse vivement notre région ostréicole : l'accusation portée contre les huîtres de véhiculer le bacille typhique.

Digitized by Google

M. Guillemin analyse plusieurs publications scientifiques et expose à la Société ce que l'on connaît du sérum de Marmorek contre la tuberculose.

Décembre. — M. Guillemin donne connaissance d'un travail de M. Héricourt contre le sérum et les théories de Marmorek, puis donne des extraits du long et intéressant rapport fait à l'Académie des sciences par M. Lacroix, sur les éruptions de la Martinique.

Les excursions de la Société, très suivies, ont été les suivantes :

17 mai, environs de Saintes. — Visite du gros ormeau de la verrerie, de l'église et du château du Douhet, du gros roc, des sources et de l'aqueduc de Fontcouverte.

28 juin, à la plage des Mathes. — Visite des marais de Bréjat, aujourd'hui desséchés et mis en culture.

18 octobre, excursion mycologique dans les bois de Breuil-Magné et de Chartres.

ANNÉE 1904

Le Bureau de l'année précédente fut tout entier réélu à la séance de décembre 1903.

Deux candidatures ont été acceptées à l'unanimité, et MM. Musset, bibliothécaire de la ville de La Rochelle, et l'abbé Fanton, professeur au Séminaire, ont été élus membres de la Société des sciences naturelles.

Dix séances ont été tenues, dont nous donnons un résumé succinct des travaux.

Janvier. — M. Bernard, président de la Société, fait

Digitized by Google

à ses collègues une communication sur des champignons récoltés par lui dans notre région et qu'il a dessinés avec une précision remarquable.

Février. — M. Dubourg, professeur départemental d'agriculture, décrit les ravages occasionnés par les campagnols, dont il fait l'histoire zoologique et dépeint les mœurs.

Le travail de M. Dubourg, par son actualité comme par sa documentation, est un de ceux qui ont le plus marqué dans l'année scientifique de la Société des sciences naturelles.

A cette même séance, M. Guillemin met ses collègues au courant des progrès de la radiothérapie et de ses dernières applications. Il donne des détails sur les phénomènes physiologiques qu'il a observés en pratiquant lui-même la radiographie.

En *mars*, une note des comptes rendus de l'Académie des sciences, ayant trait à l'influence de la lune sur la pluie, amène M. le général Moreau à analyser un très intéressant article de M. de Lapparent, touchant au même sujet.

M. Bernard communique un mode nouveau de recherches des perles dans les huîtres perlières de Ceylan. On emploie pour cela les rayons X, ce qui permet de gagner du temps et surtout d'éviter la destruction des mollusques. M. Bernard fait judicieusement observer que ce procédé pourrait être avantageusement appliqué aux mulettes perlières de la Seugne, car la méthode actuellement employée aux environs de Jonzac, pour rechercher les perles de ces mollusques, amène une énorme dépopulation.

Digitized by Google

M. le Dr Bobrie fait l'analyse d'une note sur l'influence des sanatoria dans la lutte contre la tuberculose.

La séance d'*avril* est consacrée à l'analyse et à l'étude de diverses publications scientifiques reçues par la Société ; puis M. Bernard montre à ses collègues un champignon trouvé pour la première fois par lui dans notre région : le Peziza coronaria et quelques espèces dont les dessins sont toujours très admirés.

Mai. — M. Guillemin fait une communication sur un sujet tout d'actualité : la maladie du sommeil et la mouche « Tsé-Tsé ». Il étend son étude aux moyens prophylactiques préconisés contre les fièvres des pays chauds.

M. Boutineau donne des détails intéressants sur la chasse à la tortue de Sfax, dont les Arabes se nourrissent volontiers. A ce sujet, M. Carrière signale la présence à Dolus de la petite tortue noire aquatique dont l'espèce tend beaucoup à disparaître de nos contrées.

Une observation de M. Guillemin, sur la soudure apparente des œufs de poule, amène M. Boutineau à signaler le danger qu'offrent parfois les œufs de cane, et qui serait dû à l'absorption des hannetons, dont ces animaux se montrent très friands.

La séance de *juin* est marquée par une étude sur le paludisme aux colonies et dans notre région, notamment à Marennes, Brouage et Rochefort. MM. le général Moreau, Meyer et Guillemin donnent à ce sujet de nombreux renseignements.

Juillet. — M. Couneau fait une communication sur les procédés de photographie en couleurs, dont la vul-

Digitized by Google

garisation de plus en plus grande produit des illustrations remarquables.

Octobre. — M. de Richemond, archiviste départemental, donne lecture d'un travail sur le Dr Guillotin, né à Saintes en 1738, député en 1789, mort à Paris en 1814, à qui est dû l'emploi en France de la guillotine. Cette appellation de « guillotine » causa toujours une peine très vive au docteur, qui avait voulu doter la France d'un instrument de supplice « si doux que seule l'idée de la mort pouvait le rendre désagréable, car, si l'on ne s'attendait pas à mourir, on croirait n'avoir senti sur le cou qu'une légère et agréable fraîcheur ».

Puis M. Alfred Vivier lit une note contenant la description détaillée, d'après un témoin oculaire, d'un phénomène de foudre globulaire, observé dans une maison de la rue Massiou, à La Rochelle, pendant la nuit du 12 au 13 septembre 1904.

Enfin, M. Guillemin donne lecture à la Société des sciences de son rapport sur les très remarquables expériences entreprises par MM. Bernard, Dubourg, Mabille et Guillemin, au sujet de l'empoisonnement par la noix vomique des campagnols et autres animaux.

Ces expériences, extrêmement bien conduites et contrôlées, ont rendu de grands services, en permettant d'organiser judicieusement la lutte contre les rongeurs, avec l'excellent agent de destruction que constitue la noix vomique.

Novembre. — M. Couneau entretient la Société des travaux si intéressants faits par un de ses membres,

Digitized by Google

M. Dollot, de Paris, à l'occasion de la construction du Métropolitain.

Puis M. Musset donne lecture d'un travail remarquablement documenté sur le commerce et l'emploi des seiches au moyen âge. Les détails si curieux révélés par le savant auteur de ce mémoire sont très appréciés par les membres de la Société des sciences, qui prennent un vif plaisir à entendre cette communication.

Enfin, en *décembre*, M. Martineau, le distingué président du Tribunal civil de La Rochelle, fait une courte conférence sur le principe de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée », appliqué à la richesse et à l'économie sociales.

Parmi les curiosités qui sont venues, en 1904, enrichir nos musées, nous devons citer l'envoi d'un de nos compatriotes, M. Piolet, capitaine au long cours et pilote du canal de Suez.

Voici la composition de cet envoi, que M. Piolet annonçait dans une longue lettre reçue au mois de mai : trois crocodiles du Nil blanc à différents âges, un lézard Varan (Varanus Arenarius, Duméril), venant de la Haute-Egypte, un fouette-queue, lézard à queue épineuse (uromastix Spinipes, Duméril), une tête de crocodile servant d'étui à trois poignards, une carapace de tortue de la Haute-Egypte (Trionyx Egyptianus), des cannes incrustées, des armes soudanaises, abyssiniennes, etc. Il y a là de quoi intéresser les nombreux curieux qui visitent les musées rochelais.

Excursions. — Les excursions de l'année 1904 ont été : le 18 mai, à Pont-l'Abbé et Saint-Jean-d'Angle ; le 18 septembre, à l'île d'Aix ; le 9 octobre, à Vouvant.

Digitized by Google

ANNÉE 1905.

BUREAU :

Président, M. Bernard.
Vice-Présidents..... { M. Meyer. M. Jousset.
Trésorier, M. Couneau.
Secrétaire, M. Guillemin.
Secrétaire adjoint, M. Soenen.
Conservateur, M. Bernard.
Conservateur adjoint, M. Basset.
Bibliothécaire, M. Carrière.

MM. Guillemot, secrétaire de la Préfecture de la Charente-Inférieure, et Cailloux, pharmacien à La Rochelle, ont été élus à l'unanimité membres de la Société des sciences naturelles.

Dix séances ont été tenues pendant l'année 1905, régulièrement suivies, dont voici le compte rendu brièvement rapporté :

Janvier. — M. Meyer présente à ses collègues une collection de gros rats naturalisés. Ces rongeurs avaient depuis quelque temps envahi nos campagnes, à la suite des campagnols qu'ils dévoraient.

M. l'abbé Fanton fait une longue et fort intéressante communication sur la photogravure en couleurs par le procédé dit « aux trois couleurs ». Ce procédé, qui ne serait que l'application de ce qui se passe dans la nature, consiste dans la superposition rigoureusement repérée de trois épreuves : jaune, rouge et bleue. Les résultats obtenus sont des plus heureux.

Digitized by Google

M. Couneau rappelle à ce sujet le procédé de photogravure de M. le Dr Brard, notre compatriote, et expose les critiques que mérite le procédé aux trois couleurs.

M. Vivier cite quelques curieux exemples de manifestation d'intelligence chez les animaux.

Février. — M. Soenen fait une communication sur la noix vomique, ses origines, ses usages et son commerce dans les pays d'origine.

Mars. — M. Couneau, à propos de la communication de M. l'abbé Fanton sur la photogravure en couleur, montre à ses collègues les clichés qui ont servi au tirage en couleur d'une planche de son volume *La Rochelle disparue* et donne d'intéressantes explications techniques.

En *avril*, M. l'abbé Fanton fait une communication sur la météorite américaine de Willamette, que ses dimensions classent au 4e rang des pierres géantes et qui occupe le premier par ses qualités physiques et chimiques. Cette énorme masse de 13,000 kilos appartient au type fer ; elle fut découverte en 1902, fortement encaissée dans une rivière, d'où son extraction ne fut pas opérée sans peine, courage, ni patience.

M. Dubourg s'attache à démontrer à ses collègues qu'on exagère considérablement le rôle utile des oiseaux en agriculture. Les oiseaux ne sont pas du tout des auxiliaires indispensables, destructeurs d'insectes nuisibles. Il faut considérer qu'il y a de bons et de mauvais insectes, et que le rôle dévolu aux bons est généralement de dévorer les mauvais. Or, les

Digitized by Google

oiseaux détruisent indistinctement les bons et les mauvais, non sans détériorer souvent les végétaux.

M. Boutineau a entrepris un vaste et difficile travail sur les prairies des environs de La Rochelle. Il communique à la Société des sciences les premiers résultats analytiques de ses travaux.

M. Bernard lit un article sur les moules et la fièvre typhoïde.

Mai. — M. Meyer communique un article sur l'émigration des lemmings pendant l'année 1903. L'analogie de cette émigration avec celle des campagnols donne à cet article un intérêt marqué.

Juillet. — M. Dubourg montre à ses collègues une pomme de terre qu'il avait surprise en voie de végétation à l'air libre et qu'il avait placée sur un pot de terre pour en observer le développement. Il fait remarquer des bourgeons ayant donné naissance à des tiges à feuilles et fleurs, tandis que d'autres, et en plus grand nombre, ont toujours été exclusivement tubérifères. Dès le bourgeon, il y aurait donc différenciation, et cette constatation pourrait avoir quelque intérêt au point de vue de l'ensemencement et de la culture de la pomme de terre. Aussi l'auteur se propose-t-il de poursuivre ses études et expériences dans des conditions moins fortuites.

M. Musset fait ensuite une très intéressante communication sur divers documents relatifs, les uns, à la réglementation de la mise en vente à Paris, aux xve et xvie siècles, de la baleine et d'autres cétacés, comme produits alimentaires ; les autres, à la pêche et au commerce, aux mêmes époques, dans le golfe de Gas-

Digitized by Google

cogne, et notamment à La Rochelle, des mêmes cétacés, qualifiés alors poissons. Leurs produits, décomposés sous le nom de lardon, graisse, chair, langue et même entrailles, étaient salés, mis en barrique et vendus pour la consommation, surtout en Bourgogne.

Octobre. — M. Meyer communique un article sur la caséine et la caséinerie de Surgères, et M. Soenen fournit des explications et donne des détails sur cette nouvelle industrie régionale. La caséine, matière albuminoïde du lait, est extraite du petit lait dans deux usines qui sont en pleine prospérité. Cette caséine est envoyée comme matière première à des usines transformatrices, qui l'utilisent soit pour l'alimentation, soit pour la fabrication des couleurs, soit enfin pour la fabrication de la galalith, succédané du celluloïd.

M. Couneau communique un procédé pour faire disparaître sur le papier des dessins ou gravures les taches jaunes dues aux moisissures.

Ce procédé, dû à M. Soenen, consiste à faire agir successivement sur le papier une solution aqueuse de permanganate de potasse et une solution aqueuse de bisulfite de soude.

M. Soenen communique un intéressant article de M. Coutière sur les huîtres et la fièvre typhoïde.

Novembre. — M. le Dr Bobrie donne communication d'un cas très curieux d'invasion du Mérulius. Ce champignon avait envahi la boutique d'un limonadier, chez lequel tout était recouvert d'une poussière brune. Le limonadier accusait un peintre voisin d'être la cause du dépôt de cette poussière ; il lui intenta un procès.

Digitized by Google

On découvrit alors que la poussière était due à l'invasion du champignon.

M. l'abbé Fanton fait une très intéressante communication sur une des plus récentes applications de l'électricité : la télémécanique sans fil.

L'honneur de cette découverte revient à M Branly, auprès duquel M. l'abbé Fanton a puisé les indications pour le travail qu'il présente à la Société.

Décembre. — M. l'abbé Fanton fait une communication sur le tremblement de terre ressenti à La Rochelle le 25 novembre dernier.

M. Musset donne connaissance des résultats de la visite qu'il fit près de Jonzac, à Macqueville, d'un refuge qui devait être en communication souterraine avec le château des Bouchereau.

M. Musset n'y a trouvé que des ossements de petits mammifères et des fragments de charbon, sans aucune trace de dépôt d'alimentation. Sur les parois, il a remarqué des graphites analogues à ceux de l'époque mérovingienne.

Non loin de là, notre collègue a trouvé un gros chaille (pierre volumineuse) qui lui semble avoir servi de polissoir, et aux environs de celui-ci un certain nombre de silex polis (grattoirs, flèches, etc.). Il a découvert dans ce pays une douzaine de stations gallo-romaines, reconnaissables à des tombeaux et fragments de poterie.

Ces divers objets sont soumis à l'examen des membres présents à la séance.

M. Bernard présente un coléoptère capturé par M. le général Moreau. C'est le Lamia Œdilis, ou Lamie

Digitized by Google

Charpentière, dont la larve cause de grands dégâts dans les forêts de pins.

A cette séance de décembre, avaient lieu les élections pour le renouvellement du Bureau. Le Bureau précédent fut réélu à l'unanimité.

Deux excursions ont eu lieu en 1905 : le 30 avril, à Fouras, où de nombreux champignons ont été récoltés; le 28 mai, à Saint-Jean-d'Angle, avec visite de Saint-Sornin et de la tour de Broue. Ces excursions ont, comme toujours, été suivies par de nombreux sociétaires et plusieurs dames, dont la gracieuse présence ajoutait au charme de la réunion.

Tels sont les principaux travaux qui ont occupé l'activité de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure depuis la publication de son dernier volume d'*Annales*, en 1901.

Ils justifient l'intérêt que l'on porte à notre Compagnie et la considération dont elle jouit parmi les sociétés savantes. Ces travaux montrent aussi que la Société des sciences naturelles continue les traditions de labeur que lui ont léguées ses illustres fondateurs et nos devanciers.

MAURICE SOENEN,

Secrétaire adjoint.

Digitized by Google

NÉCROLOGIE

Depuis la publication de notre dernier volume d'*Annales*, nous avons le pénible devoir de payer, à ceux de nos collègues que la mort est venue frapper, le tribut de nos regrets et de nos douloureux souvenirs.

Nous devons une mention toute spéciale à notre ami Condamy, Adolphe, ancien pharmacien, membre de la Société depuis 1876. Il était spécialement chargé des comptes rendus analytiques des journaux de chimie et nous tenait ainsi au courant de cette science, dont les découvertes incessantes amènent chaque jour des révélations profondément intéressantes pour le progrès de l'humanité. Une cruelle maladie est venue interrompre ses travaux d'érudition, sans cependant porter atteinte à la charmante aménité de son caractère. Il s'est éteint doucement à Paris, où il était allé chercher auprès des maîtres de la science moderne un soulagement à ses souffrances. Sa disparition a été un deuil cruel pour notre Société, où il ne comptait que des amis.

Notre collègue, Nadreau, Hector-Edmond, a, lui aussi, cruellement souffert avant de quitter la vie. Il était des nôtres depuis 1893. Sa profession de médecin-vétérinaire lui donnait des aptitudes spéciales que nous avons quelquefois utilisées ; il prenait souvent part à nos excursions.

La mort de Foucaud fut une des pertes les plus irréparables que pouvait faire notre Société. Foucaud était

Digitized by Google

notre vice-président. Ses connaissances profondes en botanique n'étaient pas seulement appréciées de ses collègues, mais sa notoriété scientifique s'était étendue dans le monde tout entier des savants. Nous ne saurions mieux faire pour rendre hommage à sa mémoire que de reproduire la touchante allocution que notre président, M. Bernard, a prononcée sur la tombe de notre regretté collègue :

« Au nom de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure, dont il faisait partie depuis une trentaine d'années et dont il était actuellement vice-président, je viens dire un dernier adieu à notre regretté collègue, Julien Foucaud.

» Simple instituteur, sans ressource scientifique à sa disposition, isolé au fond d'un humble village, il sut, grâce à son extraordinaire énergie et son amour obstiné du travail, s'assimiler une science qui lui tenait au cœur avec passion.

» Son activité scientifique s'est d'abord manifestée par de nombreuses herborisations dans un rayon de plus en plus étendu ; son esprit observateur et sagace lui eut vite acquis une grande expérience dans la botanique spéciale, où il ne tarda pas à faire autorité.

» Malgré les inépuisables recherches de Lloyd, Foucaud a encore su, après ce grand floriste, apporter un nouveau contingent de découvertes, qui lui a permis de faire de nombreuses additions à la *Flore de l'Ouest*. Et la quatrième édition de ce manuel classique concernant la région qu'il embrasse a été augmentée, par lui, des départements de la Gironde, des Landes et du littoral des Basses-Pyrénées.

Digitized by Google

» Sous les auspices de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure, il a fondé le Comité rochelais de botanique pour l'échange des plantes. Un brillant hommage lui fut rendu à cet égard par les princes de la science, lors de la réunion, à La Rochelle, du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences.

» Je n'énoncerai pas ses nombreuses notes, communications et publications parues dans nos *Annales* et ailleurs, mais je ne puis taire la collaboration apportée aux trois premiers volumes de la *Flore de France* actuellement en voie de publication par notre Société et qui a conservé le titre de *Flore de France*, par MM. Rouy et Foucaud.

» Son érudition était d'un précieux appui auprès de nos botanistes, au cours de nos excursions ; sa connaissance approfondie des diverses stations assurait la récolte de plantes qui fussent restées ignorées sans ses savantes indications. Aussi chacun de nous a-t-il pu apprécier les qualités de son cœur, la bonne obligeance et l'extrême bonté avec laquelle il prodiguait aux plus ignorants, à l'occasion de déterminations qui lui étaient demandées, les trésors de sa connaissance profonde des espèces et de leurs variétés.

» Malgré l'affreux mal qui paralysait ses efforts, Foucaud n'en poursuivait pas moins, avec une ardeur que la souffrance ne pouvait entraver, un important ouvrage que la mort prématurée de notre ami laissera malheureusement inachevé.

» Il représentait si dignement la botanique dans notre Société des sciences naturelles que sa disparition causera un grand vide parmi nous. Mais son souvenir

Digitized by Google

ne périra point, car il occupera dans cette science, à laquelle il avait consacré le meilleur de sa vie, une place qui restera à jamais inoubliable.

» Adieu, Foucaud, au nom de tes collègues et amis de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure.

» Adieu ! »

Girard, Benjamin, consul de Grèce, commissaire de la marine en retraite, était un nouveau venu parmi nous. Ses longs voyages dans les pays d'Orient donnaient un intérêt tout spécial à ses entretiens. C'était un écrivain distingué. Ses études sur la Grèce, où il avait longtemps résidé, ses recherches sur la topographie maritime de l'Aunis, la Saintonge et la Normandie lui permirent d'intervenir utilement dans les divers sujets que nous traitons d'ordinaire.

Dès que M. Martineau, juge d'instruction à Rochefort, fut nommé président du Tribunal de notre ville, il s'empressa de faire partie de notre Société, mais la mort est venue l'atteindre rapidement le 9 octobre dernier. En outre de ses hautes connaissances juridiques, il s'était fait une notoriété bien justifiée par sa science économique. Grâce à l'autorité de sa parole, et avec la conviction d'un apôtre, il avait répandu dans toute notre région ses théories sur le libre échange.

Les études, dans lesquelles il s'était spécialisé, lui permirent, par les communications qu'il nous présenta, de faire d'heureux rapprochements entre ses connaissances approfondies et le genre de travaux dont nous nous occupons.

Digitized by Google

Signalons enfin, pour clore la nomenclature funèbre de nos chers disparus, la mort de M. Garnier, sénateur, maire de Royan. Sa situation et son éloignement ne lui permettaient guère de prendre une part active à nos études. Nous ne pouvons qu'apporter le faible tribut de nos regrets à la mémoire de cet homme de bien, dont toute la presse de notre région a fait un éloge unanime et mérité.

Digitized by Google

Digitized by Google

CONFÉRENCES

SUR

LA MATIÈRE RADIANTE

ET

LE RADIUM

Par A. FOURNIER

Professeur agrégé de sciences physiques
Directeur du Laboratoire municipal

Les 5 et 11 Avril 1905

I.

LES RADIATIONS DU TUBE CROOKES

....

Je n'ai donc nullement la pensée de vous faire une conférence savante, ce serait contraire au but que nous poursuivons. J'ai tenu cependant à lui conserver quelque chose de son caractère scientifique, sa seule raison d'être.

J'ai voulu, en particulier, non pas vous faire con-

Digitized by Google

naître les procédés de mesure employés par les savants, mais simplement vous faire concevoir comment il était possible de les réaliser. Pour cela j'ai dû m'abstenir de tout terme technique, modifier les expériences, les défigurer parfois au point de les rendre méconnaissables.

J'ai voulu surtout vous exposer les faits avec la plus grande clarté possible ; aussi, pour les enchaîner, je me suis appuyé sur les hypothèses qui me paraissaient le mieux convenir à ce but.

En résulte-t-il qu'il n'y en ait point d'autres pour les expliquer ? Evidemment non. J'ai choisi celles-là, parce qu'elles s'éloignaient le moins de toutes de nos conceptions anciennes, ou plutôt parce qu'elles semblaient parfois en apporter une sorte de confirmation. D'ailleurs, si les faits bien observés sont indéniables, c'est, au contraire, un des caractères de l'hypothèse de n'être qu'une vraisemblance à laquelle on peut en substituer bien d'autres.

.....

CHAPITRE PREMIER.

Décharge dans les gaz raréfiés.

C'est Hittorf qui, en 1868, découvrit les rayons cathodiques en étudiant les tubes de Geissler.

Les physiciens savaient que l'aspect de la décharge électrique se modifie avec le degré de vide du milieu dans lequel elle se produit et en poursuivaient l'étude dans des tubes à gaz raréfiés.

Lorsque l'étincelle jaillit dans un gaz à la pression

Digitized by Google

atmosphérique, elle est droite ou en zigzag, mais s'enfle à mesure que la pression diminue.

Lorsque la pression est voisine de un centimètre de mercure, la décharge prend la forme d'un crayon lumineux appuyé sur l'anode (1) et n'atteignant pas la cathode. C'est la lumière anodique. La cathode alors n'est entourée que d'une faible gaîne lumineuse.

Lorsque le vide a été poussé jusqu'au voisinage de la pression de un millimètre de mercure, la lueur positive remplit toute la section du tube, la gaîne cathodique s'est développée en auréole et a abandonné la cathode, dont elle est séparée par un intervalle obscur.

La couleur de cette auréole varie d'ailleurs avec la nature du gaz contenu dans le tube. Elle est rose dans l'hydrogène, jaune pâle dans l'oxygène, violette dans l'azote, verdâtre dans le gaz carbonique, etc.

Dans un tube plus complètement épuisé, jusqu'à une pression de l'ordre de un centième ou de un millième de millimètre de mercure, la lumière anodique reste confinée au voisinage de l'anode ; au contraire, l'auréole cathodique s'est développée et se fond dans l'espace sombre qui l'entoure.

Il est intéressant de remarquer que, quoique luminescents, les gaz dont la pression n'est pas trop affaiblie n'ont pas une température élevée. D'après les travaux de M. Warburg, elle ne dépasserait guère celle de l'eau bouillante.

C'est donc de la lumière froide, la lumière rêvée par les électriciens, obtenue, sans gaspillage d'énergie, sous forme de chaleur. Rappelez-vous que, sur 100 francs

(1) On appelle anode le fil communiquant avec le pôle positif de la machine électrique et cathode le fil communiquant avec le pôle négatif.

Digitized by Google

d'électricité payés à l'usine et qui passent dans votre lampe, 5 francs et moins sont seulement utilisés sous forme de lumière, le reste ne servant qu'à mettre la lampe hors de service.

Espérons que la lampe récente de M. Cooper-Hervit, simple tube de Geissler à vapeur de mercure, tiendra ses promesses d'économie prodigieuse, 90 %.

Ancienne conception de la matière.

C'est lorsque la pression est de l'ordre du millième de millimètre que se produisent les phénomènes dont je me propose de vous entretenir.

Ce vide ne peut être obtenu qu'avec des soins tout particuliers, car, si on veut opérer sur des gaz purs, comme il est nécessaire de le faire pour étudier l'influence de leur nature, il faut exclure de la construction des appareils à vide tout lubréfiant des robinets, les graisses, les huiles, les pétroles émettant toujours assez de vapeurs pour altérer leur pureté.

A ce degré de vide, le poids de la matière contenue dans les tubes est extraordinairement faible, une fraction de millième de milligramme. On ne voit pas évidemment la différence qu'il y a entre cette quantité et rien du tout. Dire en effet qu'un pareil tube n'est pas vide, ce qui est exact, c'est dire qu'une barrique n'est pas vide parce qu'elle contient une goutte d'eau.

Comme conséquence, le nombre des atomes contenus dans un même volume est 1.000,000 de fois plus petit que dans les conditions normales ; par suite, leur distance est cent fois plus grande dans toutes les directions, de sorte que leur mobilité se trouve accrue ;

Digitized by Google

sans chocs, ils peuvent maintenant parcourir ces distances plus grandes.

Puisque je viens de prononcer le mot d'atome, je vous rappelle que l'étude des phénomènes physiques et chimiques avait amené les savants à considérer la matière comme non divisible à l'infini. La dernière subdivision des parcelles matérielles devait aboutir à des particules insécables, les atomes.

On avait même déterminé, dans le cas des gaz, leur grandeur, leur distance réciproque, leur vitesse, dont le brusque arrêt dû aux chocs donnait naissance à la pression.

Dire que l'atome était insécable, c'était dépasser la portée de l'expérience, car, du fait qu'aucune force physique connue ne pouvait le diviser, il n'en résultait pas qu'il fût insécable d'une manière absolue, mais simplement que dans aucune des expériences réalisées il ne se subdivisait.

Afin d'être moins surpris par les résultats dont nous aurons l'occasion de parler, il est bon que je vous en fasse connaître le nombre dans ce tube. La connaissance de leurs dimensions permet de les compter; mais il est plus intéressant d'exprimer ce nombre autrement que par sa valeur arithmétique.

Imaginez que chaque atome du gaz du tube représente un grain de sable fin, la quantité en est tellement prodigieuse qu'il serait possible avec tous ces grains de constituer une plage de 1 mètre d'épaisseur, 100 mètres de large et 400 kilomètres de long. Et tout cela ne pèse pas un millième de milligramme.

Digitized by Google

Phénomènes de phosphorescence.

Un des premiers effets remarquables signalés par Hittorf dans des tubes ainsi épuisés fut la phosphorescence de la partie de la paroi opposée à la cathode.

Si cette dernière est plane, une tache lumineuse apparaît sur la partie du tube qui lui est placée normalement; et, ce qui est curieux, sa position ne dépend nullement de celle de l'anode, comme le démontre une expérience classique due à Crookes.

Ce savant emploie deux tubes identiques, mais inégalement épuisés, portant une seule cathode plane et trois anodes.

Dans le premier (fig. 1), où la pression est encore de quelques millimètres de mercure, la décharge décrit une traînée lumineuse qui joint les deux électrodes (1). Dans le second tube (fig. 2), où le vide est poussé jusqu'au millième de millimètre, on observe invariablement la tache phosphorescente en T, c'est-à-dire sur la partie du tube opposée normalement à la cathode.

Interprétation balistique.

Crookes émit le premier une hypothèse qui explique bien l'ensemble de faits que nous rencontrerons.

D'après ce savant, à ce degré de raréfaction, l'état de la matière différerait tout autant de l'état gazeux que celui-ci diffère de l'état liquide et serait caractérisé par des propriétés nouvelles ; en particulier, les particules matérielles plus mobiles pourraient éprouver des déplacements plus considérables, et ce seraient les

(1) Dans les figures, l'anode est indiquée par le signe +, et la cathode par le signe −.

Digitized by Google

chocs de la matière lancée normalement par la cathode contre la paroi qui provoqueraient la phosphorescence du tube, de telle sorte que les rayons cathodiques ne sont alors que de simples lignes géométriques, les trajectoires rectilignes décrites par les particules projetées. Pour employer le mot de Crookes, on se trouve en présence d'un *bombardement* de projectiles infiniment petits que la cathode lance devant elle avec une vitesse considérable, dont nous aurons d'ailleurs à rechercher la cause.

Il ne faudrait pas croire que ce pouvoir de phosphorescence appartienne exclusivement au verre. Les corps les plus divers, atteints par le bombardement cathodique, s'illuminent des plus vives couleurs : le diamant, l'oxyde de zinc, en vert ; le rubis, l'alumine, en rouge ; la craie, en orange ; le cristal, en bleu, etc. Les gaz eux-mêmes deviennent luminescents, mais faiblement. Cette propriété a d'ailleurs, dans ce cas, une importance capitale, puisque le sillon de feu tracé par la particule, comme la traînée lumineuse de l'aérolithe dans l'air, permet d'étudier la forme de la trajectoire décrite, c'est-à-dire du rayon cathodique.

Effets mécaniques.

Une pensée se présente tout naturellement à l'esprit. Ces projectiles, malgré leur petitesse, seraient-ils capables de provoquer un mouvement, quelque faible qu'il fût.

Crookes a tenté l'expérience avec un plein succès. Il place un moulinet à ailes de mica (fig. 3) sur deux rails parallèles en verre. Dès qu'il est atteint par le

Digitized by Google

bombardement cathodique, il tourne en se déplaçant dans le sens prévu, sens de la flèche dans le cas de la figure.

Il est évident qu'une inversion des pôles change le sens du mouvement.

Mais Crookes est encore allé plus loin.

Si la cathode lance réellement des projectiles, elle subit une réaction de leur part en sens inverse, et, comme une pièce d'artillerie, elle doit éprouver un recul ; c'est ce qui confirme l'expérience.

En constituant la cathode par une lame d'aluminium mobile dont la face arrière est recouverte de mica, afin que l'émission n'ait pas lieu par cette face, elle se renverse à chaque décharge.

Ces projectiles invisibles sont même capables de traverser les corps et de se propager au-delà lorsque leur épaisseur n'est que de quelques millièmes de millimètre.

M. Gouy a d'ailleurs montré que, s'ils sont incapables d'en traverser de plus grandes, par exemple les parois du tube, ils n'en pénètrent pas moins à l'intérieur des corps atteints. En chauffant jusqu'à fusion du verre un tube resté longtemps en usage, ce savant a pu constater que la masse gazeuse qui avait pénétré était assez suffisante pour qu'en s'agglomérant elle formât de petites bulles visibles au microscope.

Dans certaines conditions, la cathode projette aussi des particules arrachées au métal même qui la constitue. Un savant américain a pu, en la formant de métaux convenablement choisis, projeter assez de leur matière à l'intérieur des pierres précieuses pour les

Digitized by Google

colorer. Et, ce qui est curieux, tandis que les agents chimiques sont sans action sur ces colorations, un simple renversement du sens du courant suffit pour les faire disparaître. De telle sorte qu'il est possible de transformer un corindon incolore en un magnifique rubis et même en émeraude quand le rubis a cessé de plaire.

Effets calorifiques.

Un autre effet bien connu des projectiles, c'est de produire l'échauffement des obstacles qu'ils frappent ; par exemple, le fer s'échauffe, sous les chocs répétés du marteau, au point de devenir brûlant. Nous pouvons donc prévoir que le bombardement cathodique doit élever la température du corps sur lequel on le dirige. Cette élévation peut être même considérable, comme le montre l'expérience suivante, due encore à Crookes.

Dans un tube à vide il place une large cathode concave, et à son foyer, où viennent converger les projectiles, il met une lame de platine iridié. Quelques décharges suffisent pour la porter au blanc et même jusqu'à son point de fusion, supérieur cependant à 1,800°.

Dans cette expérience, d'ailleurs, les effets calorifiques et mécaniques se superposent. Peu à peu la lame s'emboutit et finit même par se percer.

On ne connaît pas de limite à la température qu'on peut ainsi atteindre. Crookes y a réalisé des expériences exigeant 3,600°, d'après M. Moissan, et ce n'est certainement pas la limite maximum.

Digitized by Google

Effets chimiques.

Voici maintenant des effets d'un tout autre ordre. Grâce à leur énergie, les corpuscules cathodiques sont capables de produire des actions chimiques.

La composition d'un grand nombre de corps se modifie. L'oxyde de cuivre, qui est noir, donne du cuivre rouge par perte d'oxygène; le cristal, qui est un verre à base de plomb, noircit par la mise en liberté de plomb métallique ; le silicate cuivrique, qui forme un verre vert, se transforme peu à peu en silicate cuivreux et devient par suite rouge ; les sels de potassium, de sodium, se colorent en donnant des sous-sels, etc.

Pour effectuer ces réactions chimiques, il suffit de placer le composé sur le trajet du faisceau cathodique.

Réflexion sur leur nature.

Ce qui est tout à fait étonnant, c'est que les effets obtenus sont indépendants de la nature du gaz résiduel contenu dans l'ampoule. Que ce soit de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote, etc., les produits de décomposition sont toujours les mêmes. Tous y sont actifs au même degré et semblent avoir acquis les mêmes propriétés chimiques. Tout se passe comme si, dans tous les cas, la cathode lançait une même substance, ou, si on veut, comme si les rayons cathodiques étaient formés par une matière commune.

Tels étaient à peu près les résultats acquis pendant la période qui s'étend de 1870 à 1890.

Digitized by Google

Effets provoqués dans l'air.

A partir de cette époque les physiciens sondent les ampoules dans tous les coins, scrutent le faisceau cathodique dans toutes les directions, et les résultats importants s'accroissent d'une façon prodigieuse.

Un savant allemand, Lénard, profitant de ce que les particules cathodiques peuvent traverser les lames minces, arrive à les faire sortir de l'ampoule dans laquelle seulement il avait été possible de les étudier jusque-là.

Le procédé très simple qu'il emploie consiste à creuser une petite fenêtre sur la paroi du tube opposée à la cathode et à la fermer par une feuille d'aluminium de trois millièmes de millimètre.

Les effets précédemment décrits subsistent, même dans l'atmosphère ; mais, à cause de la résistance produite par le frottement de l'air, la distance parcourue par les particules projetées est bien plus faible ; leur vitesse est d'un autre côté réduite par le passage à travers la feuille d'aluminium. Un écran phosphorescent, par exemple, ne s'illuminera plus qu'à quelques centimètres de la croisée.

De nouvelles propriétés sont alors découvertes, On observe que, sous l'influence du bombardement cathodique, la charge des corps électrisés se dissipe. L'air qui les environne devient subitement conducteur.

Un effet plus singulier encore, c'est que, sous la décharge cathodique, l'humidité de l'air sursaturé se condense et la masse d'air transparent est peu à peu remplacée par un brouillard opaque. Ce résultat est le même que celui qu'on obtient avec de fines pous-

Digitized by Google

sières. Dans l'air pur, la vapeur ne se condense pas, mais la projection d'une fine poussière donne lieu à la formation d'un nuage, dont les gouttes d'eau ont pour noyau un des grains.

Rayons X. — Leurs propriétés.

Mais de toutes les découvertes, celle qui eut le plus grand retentissement et qui se montra la plus féconde en résultats immédiatement pratiques fut certainement la découverte des rayons X.

Rœntgen, qui s'occupait de radiations cathodiques, avait été amené, pour étudier quelques-uns de leurs effets, à opérer dans l'obscurité. Toutes les fenêtres de son laboratoire étaient closes, l'ampoule elle-même était enfermée dans une boîte de carton, de sorte qu'aucune lumière ne pouvait en sortir. Il était donc dans une nuit complète. Naturellement, au voisinage de ce dispositif se trouvaient ces substances phosphorescentes si éminemment précieuses pour l'étude du faisceau cathodique.

Quand il excita sa bobine, quelle ne fut pas sa surprise de voir, à chaque décharge, des paillettes de platino-cyanure de baryum disséminées autour du tube émettre autant d'étincelles! Un écran enduit de la même substance, approché de l'ampoule, s'illumina aussi à chaque décharge, et cela malgré les obstacles : livres, planches, etc., qu'il intercalait entre le tube et l'écran. Il arriva même que, sa main ayant été par hasard placée dans cet intervalle, il vit son propre squelette se projeter en noir sur la luminescence livide de l'écran.

Digitized by Google

La radioscopie était découverte.

Il était évidemment impossible d'attribuer de tels effets à l'action directe des rayons cathodiques, puisqu'ils ne peuvent franchir le verre de l'ampoule. Mais l'étude du nouveau phénomène lui montra que de la portion de paroi phosphorescente, c'est-à-dire de celle qui est atteinte par les projectiles cathodiques, émanent des radiations spéciales, immatérielles, qu'il baptisa du nom de rayons X.

On ne connaît pas bien encore la nature de ce rayonnement, qui semble cependant être une nouvelle forme du mouvement vibratoire de l'éther, et non une projection de matière. C'est dans l'ébranlement de l'éther produit par le choc des particules cathodiques contre les obstacles que se trouverait la cause de ce rayonnement.

Ces rayons de Rœntgen traversent facilement des épaisseurs même considérables de corps légers : bois, papier, chairs, etc...; ils sont, au contraire, facilement interceptés par les corps lourds : minéraux, os, métaux, etc..., de sorte qu'un écran de platino-cyanure de baryum s'illuminera derrière les premiers et ne s'illuminera pas derrière les derniers.

Cela explique complètement les phénomènes radioscopiques. Lorsqu'on place la main entre une ampoule et un écran, les chairs n'arrêtent que partiellement les radiations et l'écran s'illumine derrière elles, tandis que derrière les os qui les absorbent complètement aucune phosphorescence ne se produit.

Ce que l'on observe en radioscopie, ce sont donc des ombres portées analogues à celles que l'on produit en intercalant la main entre une lampe et un mur.

Digitized by Google

Les rayons Rœntgen ont quelques-unes des propriétés des radiations cathodiques. Comme elles ils déchargent les corps électrisés, ils provoquent des actions chimiques. Ils agissent aussi sur les plaques photographiques ; de sorte que, dans l'expérience précédente, en remplaçant l'écran par une plaque sensible, on obtiendra l'image de l'ombre portée, la plaque ne recevant aucune impression aux points où l'écran ne s'illuminait pas.

C'est la radiographie.

Personne n'ignore aujourd'hui combien a été précieux l'appui apporté aux médecins par l'emploi des rayons X. Grâce à la radioscopie, à la radiographie, leur diagnostic a pu être complété. On a pu ainsi reconnaître directement les altérations morbides des tissus des organes intérieurs. Grâce à ces rayons, le scalpel du chirurgien peut être sûrement dirigé vers le corps étranger à extraire des parties profondes où il a pénétré, les fractures des os, bon nombre de troubles pathologiques peuvent être ainsi nettement déterminés. Rien n'est plus facile que de suivre les terribles progrès de la tuberculose par les maculatures produites sur l'écran par les cavernes des poumons.

Ils ont d'ailleurs une action physiologique directe. S'ils sont, en général, sans danger pour les patients qui ne les subissent que pendant de trop courtes poses, il n'en est pas de même pour les opérateurs exposés longtemps et souvent à leur rayonnement. Les cheveux blanchissent et deviennent cassants, les ongles s'effritent, la peau s'enflamme et s'exfolie.

Ce sont ces faits qui ont conduit les médecins à les utiliser en thérapeutique avec un certain succès ; en

Digitized by Google

particulier dans le cas du traitement du lupus et du cancer. Parlant de leur efficacité, le docteur Desfosses s'exprime ainsi : « La thérapeutique possède actuellement un merveilleux moyen de guérison des cancers » de la peau. Si jusqu'ici cette méthode a échoué dans » les cancers profonds, quelques essais permettent le » plus encourageant espoir. »

Je ne m'étendrai pas sur la technique radiographique, malgré les curieux progrès qu'elle a faits. J'en ai exposé le principe, et une étude détaillée ne nous apprendrait rien de nouveau. Il me suffit de vous signaler que, malgré ses perfectionnements, elle a conservé le caractère de simplicité qui fit son succès dès le premier jour.

CHAPITRE II.

Electrisation des particules cathodiques.

Voici maintenant des résultats qui vont nous dévoiler plus profondément la nature des rayons cathodiques.

Un point d'une importance capitale, c'est l'électrisation des particules qui les constituent ; elles portent une charge électrique négative.

Quelques essais avaient été tentés pour le démontrer, mais la correction des expériences soulevait certaines objections et, en présence d'un pareil résultat, il était impossible de se contenter d'une demi-certitude.

M. Perrin a mis le fait hors de doute par une expérience très élégante et très simple.

Un conducteur relié à un électroscope est enfermé dans une enveloppe métallique, qui l'entoure sans le toucher. Cette enveloppe amincie sur une partie est

Digitized by Google

ensuite reliée au sol. Elle constitue alors un écran électrique parfait pour le conducteur intérieur ; c'est la disposition classique de la cage de Faradey. On sait que la plus puissante machine, en agissant sur cette enveloppe, ne provoquera aucun mouvement d'électricité sur le corps intérieur. Si cependant on dirige sur ce dernier le faisceau cathodique à travers la partie amincie, on voit les feuilles de l'électroscope diverger et la divergence s'accroître à chaque décharge.

Les particules qui ont traversé l'enveloppe avaient donc une charge électrique qu'ils ont cédée au corps intérieur.

Il est d'ailleurs facile de s'assurer par l'électroscope que cette charge est négative.

Origine de leur vitesse.

Un autre point intéressant est révélé par l'étude de la force électrique, du champ électrique à l'intérieur des tubes.

L'expérience montre que cette force électrique, très faible dans ses diverses parties, est, au contraire, extrêmement intense au voisinage de la cathode.

C'est évidemment la cause de la vitesse qui anime les particules. Chacune d'elles étant électrisée et se trouvant dans un champ intense prend ainsi une vitesse considérable.

Afflux cathodique.

Puisque les corpuscules cathodiques portent une charge électrique négative, on peut se demander où se trouve la charge positive équivalente qui a dû être

Digitized by Google

également libérée, puisque l'expérience a mille fois montré dans d'autres cas l'impossibilité de mettre en liberté une charge d'une seule espèce.

Les savants n'ont pas tardé à la découvrir dans l'*afflux*.

Lorsqu'on examine attentivement la cathode, on constate l'existence d'une sorte de gerbe violacée qui semble implantée sur elle, c'est l'afflux cathodique constitué par des particules matérielles chargées positivement qui viennent alimenter l'émission cathodique.

Si la cathode lance des projectiles devant elle, elle est à son tour bombardée par les projectiles de l'afflux.

La matière parcourt donc une sorte de cycle dans les tubes à vide. S'éloignant de la cathode dans le faisceau cathodique, elle y retourne dans l'afflux.

Les particules de ce nouveau rayonnement ont évidemment les propriétés mécaniques de celles du rayonnement cathodique. C'est pour cette raison que la température de la cathode peut s'élever considérablement ; le verre peut même y fondre.

Une expérience curieuse permet de séparer ces deux sortes de particules. Si l'on perfore la cathode en face du point d'impact de l'afflux, les particules de ce dernier rayonnement, emportées par leur élan, franchissent l'ouverture et pénètrent dans l'espace situé derrière, où elles se trouvent isolées, formant ce que l'on a appelé les kanalstrahlen ou rayons de Goldstein.

Comme les particules cathodiques, elles provoquent la phosphorescence, elles déchargent les corps électrisés, etc.

En résumé, nous avons constaté trois sortes de

Digitized by Google

radiations dans le tube Crookes : les rayons X, de nature immatérielle et mal connue ; les rayons cathodiques formés par des corpuscules matériels, chargés négativement et projetés par la cathode ; enfin l'afflux formé par des particules matérielles aussi, mais chargées positivement et dirigées vers la cathode.

Dans ce qui va suivre je ne m'occuperai que de ces projections matérielles.

Action sur les particules des corps électrisés ou aimantés.

L'électrisation des corpuscules aura des conséquences qu'on peut immédiatement prévoir. Les masses cathodiques, chargées négativement, doivent être repoussées par les corps électrisés négativement et attirées par les corps à charge positive. Au voisinage de tels corps, leur direction doit donc changer et leur trajectoire cesser d'être rectiligne.

Elle doit selon les cas s'infléchir dans un sens ou dans l'autre, c'est ce que l'expérience confirme.

Mais il y a plus. Dans la géniale conception de la nature de l'électricité due à Maxwell, un corps électrisé en mouvement jouit des propriétés des courants Ce résultat a été vérifié expérimentalement par Rowland et, plus récemment, dans une expérience contradictoire faite à la Sorbonne par deux physiciens français et américain qui avaient séparément abouti à des résultats contraires. Or, on sait que les aimants agissent sur les courants, les attirant ou les repoussant suivant leurs positions relatives; les aimants doivent donc agir sur les rayons cathodiques et sur l'afflux.

Digitized by Google

Rien n'est plus facile à montrer. En approchant ou en éloignant un aimant d'un tube en activité, on voit la tache lumineuse opposée à la cathode se déplacer, montrant ainsi la déformation de la trajectoire décrite par les masses cathodiques.

Au moyen de champs puissants, on a pu donner à ces trajectoires des formes bien singulières pour des rayons, des courbes en arc, en forme de 8, en tire-bouchon, etc.

Mesure de leur vitesse.

Ce qui est extrêmement intéressant, c'est que de l'action des aimants sur les particules électrisées on a pu déduire la vitesse de ces dernières.

Parmi les méthodes employées, je décrirai celle qui a été employée par M. Wiechert. Le principe en est des plus simples : déterminer l'espace parcouru pendant un temps connu.

Imaginez un long tube de Crookes divisé en trois compartiments par deux cloisons percées d'une fente étroite O et O' (fig. 5). La cathode est disposée de telle façon que le rayonnement ne tombe pas sur l'ouverture de la première cloison O. En S se trouve une bobine de fil, un solénoïde. On sait que, lorsqu'une bobine de fil isolée est parcourue par un courant, elle jouit des mêmes propriétés que les aimants. Ce solénoïde est placé de manière à rejeter sur la fente O le faisceau cathodique, quand seul il est traversé par le courant. La fente O' de la seconde cloison est d'ailleurs réglée de manière à laisser passer alors le faisceau.

Un second solénoïde S' mobile le long de l'axe du

Digitized by Google

tube peut être parcouru par le même courant que le premier.

Faisons fonctionner le tube et lançons simultanément un même courant *pendant un temps très court* dans les deux bobines. Dès que le courant passe, le faisceau cathodique rejeté par S traverse la fente O; mais, si S' est très voisin de O, il ne traversera plus O', car le second solénoïde excité en même temps lui fait subir une déviation nouvelle.

L'expérience montre cependant qu'en éloignant lentement S' de O, on arrive à une position telle que le faisceau passe de nouveau à travers O', comme si seul le solénoïde S était excité. Lorsqu'il en est ainsi, c'est que les particules cathodiques arrivent devant S' au moment précis où, le courant cessant de le traverser, il ne peut produire de déviation. Il en résulte que l'espace compris entre O et la bobine S' dans cette position est l'espace facilement mesurable parcouru pendant le temps qu'a duré le courant.

Comme conception, c'est évidemment très simple. Seulement le tube ne peut être bien long et la vitesse est très grande. La durée du courant doit être très courte et pourtant mesurée avec précision.

M. Wiechert, et c'est là l'originalité de sa méthode, a employé des courants dont il était facile d'évaluer la durée, bien qu'elle ne fût que de un quarante-millionième de seconde.

On constate ainsi que la vitesse du rayonnement varie du simple au double avec l'état du tube, la puissance de la machine, ce qui s'explique aisément.

Mais, dans tous les cas, cette vitesse est incroyable :

Digitized by Google

50,000 kilomètres environ à la seconde pour les rayons cathodiques, et 10,000 kilomètres pour l'afflux.

Rappelez-vous que la plus grande vitesse de notre artillerie ne dépasse guère le demi-kilomètre à la seconde.

Energie de ces particules.

A cette allure, l'énergie emmagasinée par les projectiles est prodigieuse et pourrait produire de terribles effets.

Il est facile de calculer que, si l'expérience permettait à la cathode de lancer un gramme de matière, ce n'est pas seulement le tube qui serait pulvérisé, c'est La Rochelle tout entière qui serait réduite en cendres. L'énergie destructive de ce gramme de matière serait à peu près équivalente à celle que produisent les deux mille pièces d'artillerie russes et japonaises tirant à outrance pendant toute une journée.

Il est remarquable que dans les mêmes conditions. la vitesse acquise par les projectiles cathodiques est indépendante de leur nature. Les divers gaz : hydrogène, oxygène, azote, etc., se subdivisent en particules ayant toujours même vitesse.

Cela semble bien confirmer ce que nous avions déjà avancé, que le faisceau cathodique est formé toujours par la même substance.

Si, à de telles vitesses, les plus petites parcelles de matière peuvent produire de si terribles effets, il faut que la masse des corpuscules projetés par la cathode soit infime, puisqu'ils en sont incapables.

Digitized by Google

Rapport de leur charge à leur masse.

Il était intéressant de connaître leur grosseur.

Les physiciens ont d'abord cherché le rapport de la charge électrique qu'ils portent à leur masse par un artifice que je vais essayer de faire comprendre.

Un observateur assis au bord de l'eau s'amuse à repousser vers l'autre rive tout ce qui passe à sa portée, feuilles, branches, troncs, etc. Il est évident que plus fort il poussera, plus les objets seront rejetés; mais, d'un autre côté, plus ils seront lourds, moins il y réussira. Autrement dit les objets qui défilent devant lui seront d'autant plus déviés qu'ils seront plus légers et qu'ils auront été poussés plus fort.

Si deux de ces corps ont subi la même déviation, c'est qu'ils ont même masse et qu'ils ont été également poussés, ou si l'un d'eux a une masse 10 fois plus grande, c'est qu'il a été poussé 10 fois plus fort, c'est-à-dire que, pour une même déviation, le rapport de la poussée à la masse est le même dans tous les cas.

Or, une particule cathodique qui défile devant un corps électrisé négativement réalise ces conditions. Elle est d'autant plus repoussée que sa charge est plus forte et sa masse plus faible. Pour avoir le rapport cherché, il suffira donc de faire défiler devant le corps électrisé une parcelle de matière de masse connue sur laquelle on placera des charges différentes jusqu'à ce que l'on obtienne la même déviation que pour les particules cathodiques.

Il est vrai qu'on ne pourra pas donner à la parcelle considérée la vitesse que possèdent les particules cathodiques, ce qui cependant influe sur le résultat;

Digitized by Google

car, si la vitesse de la parcelle est 100 fois plus petite, elle restera devant le corps 100 fois plus longtemps et subira, par suite, sa poussée pendant une durée 100 fois plus longue ; mais il sera facile d'en tenir compte, puisque l'expérience montre que les forces produisent des déviations proportionnelles aux carrés des temps pendant lesquels elles agissent.

Interprétation du résultat trouvé.

Le nombre qui exprime le rapport ainsi obtenu donne des résultats curieux.

D'abord il est *invariable* et le même pour tous les corps. Il ne dépend en aucune façon de leur nature ; ce qui confirme une fois de plus l'unité de la substance qui forme les rayons cathodiques *Une même masse transporte donc toujours une même charge électrique.*

Il n'en est pas de même dans les autres cas de morcellement de la matière. Par exemple, dans les décompositions électrolytiques, c'est-à-dire produites par les courants, les quantités d'électricité transportées par des masses égales dépendent de leur nature ; l'hydrogène en transporte 8 fois plus que l'oxygène, 35 fois plus que le chlore.

En outre, le rapport trouvé indique que les projectiles cathodiques transportent des charges électriques 2,000 fois plus grandes environ que celles qu'emporte la même masse d'hydrogène dans les phénomènes d'électrolyse, et c'est pourtant ce gaz qui en transporte le plus.

De sorte que, si on admettait que les projectiles cathodiques sont tous de la grosseur de l'atome d'hydro-

Digitized by Google

gène, ils porteraient tous une quantité d'électricité 2,000 fois plus grande que ce gaz en électrolyse.

Remarquons qu'adopter cette hypothèse, ce serait admettre la possibilité de diviser l'atome ; l'atome d'oxygène, par exemple, 8 fois plus lourd que celui de l'hydrogène, devrait se diviser en 8 parties égales pour pouvoir donner naissance à des corpuscules de même grosseur. Mais les rayons cathodiques seraient alors constitués par une substance toujours identique à elle-même, ce qui concorderait parfaitement avec les résultats précédemment obtenus.

Mesure de leur charge et de leur grosseur.

Un savant anglais, J.-J. Thomson, s'est proposé de vérifier l'hypothèse par une méthode extrêmement ingénieuse. Il a voulu connaître la quantité d'électricité réellement transportée par une particule. Pour cela il lui a suffi de mesurer d'abord celle qui est transportée par toute une décharge de la cathode et de compter ensuite le nombre de particules projetées.

La première partie de l'expérience se réalise très simplement en lançant le bombardement dans un électromètre auquel il abandonne sa charge totale.

La seconde est obtenue d'une manière plus curieuse.

Nous savons que les particules projetées dans l'air humide ont la propriété de provoquer la formation de brouillards; or, d'après ce que nous avons vu, chacune d'elles occupe le centre d'une gouttelette d'eau condensée ; le problème est donc ramené à un autre : compter les gouttes d'eau du brouillard produit par une nouvelle décharge identique à la première.

Digitized by Google

On y arrive en le laissant lentement tomber. De la vitesse de chute dans l'air que l'on mesure, le calcul permet de déduire le poids de l'une des gouttes. Comme d'un autre côté il est possible de peser la quantité de rosée qui se dépose, on en tire facilement le nombre de gouttes cherché.

Les résultats donnés par cette méthode dépassent nos prévisions.

Quel que soit le gaz en expérience, les particules cathodiques aussi bien que les particules de l'afflux portent toujours la même charge, mais cette charge est la *même que celle que transporte l'atome d'hydrogène en électrolyse.*

Une conclusion alors s'impose. Les particules cathodiques sont donc 2,000 fois plus petites que nous l'avons supposé, 2,000 fois plus petites que l'atome le plus léger que nous connaissions, l'atome d'hydrogène.

Des expériences analogues montrent que les particules de l'afflux sont beaucoup plus grosses, comparables à cet atome. Leurs propriétés varient d'ailleurs avec la nature du gaz.

Conclusion.

Ainsi l'atome qu'on croyait insécable se trouve morcelé dans le faisceau cathodique en fragments deux mille fois plus petits que le plus petit des atomes.

Les particules infinitésimales auxquelles aboutit sa dernière division ont toujours les mêmes propriétés chimiques, la même grosseur, la même charge électrique, etc.

Ces débris de l'atome forment donc une substance

Digitized by Google

toujours identique à elle-même, sans doute, la substance unique, primordiale, rêvée par Davy, par Faraday. Comment ne pas croire qu'on se trouve en présence de la démonstration de l'unité de la matière?

Devant ce résultat merveilleux, il serait cependant attristant de penser que l'énormité de l'énergie exigée par cette dissociation nous empêcherait toujours d'atteindre cette substance, si une autre de nos conceptions, en s'écroulant à son tour, ne nous permettait au contraire d'espérer.

Dans notre prochaine causerie, nous verrons en effet que contre toute attente la matière n'est pas immuable; elle n'est pas toujours en équilibre stable; elle peut, au contraire, spontanément se dissocier, en libérant d'elle-même cette énergie. Elle paraît devoir être pour nous un réservoir presque inépuisable de forces, de nature mystérieuse encore, mais capables de réaliser les choses les plus étonnantes.

II.

LE RADIUM

CHAPITRE PREMIER.

Expériences de Becquerel. — Conséquences.

Après la découverte des rayons X émis par les substances phosphorescentes placées dans le tube Crookes, les physiciens se demandèrent si cette phosphorescence n'était pas la cause même de leur production, ou tout au moins si des substances rendues

Digitized by Google

phosphorescentes par d'autres procédés n'en émettraient pas aussi.

De nombreux essais furent tentés sur les corps qui, comme les sulfures de baryum, de calcium, etc., exposés à la lumière, deviennent à leur tour luminescents.

Seuls, les résultats avec l'uranium, obtenus par M. Henri Becquerel, furent décisifs.

L'uranium est un métal lourd, presque aussi lourd que le platine, blanc de fer, qu'on extrait de la pechblende, son principal minerai.

Cette pechblende, dont les principaux gisements se trouvent en Bohême et en Saxe, contient 80 °/₀ environ d'oxyde d'uranium. Elle fut longtemps confondue avec d'autres minerais, en particulier avec ceux de zinc. Ce précieux métal semblait vouloir nous dérober ses curieuses propriétés.

Ce fut Klaproth qui, en 1789, découvrit que la pechblende contenait une substance nouvelle, mais il se trompa encore et prit pour un métal nouveau, qu'il appela *urane,* ce qui, en réalité, n'était qu'un oxyde.

Cette erreur se continua jusqu'en 1848, époque à laquelle un chimiste français, Péligot, isola réellement le métal, auquel il donna le nom d'uranium.

Exposés à la lumière, les sels de ce métal prennent une magnifique fluorescence verdâtre, qui avait longtemps retenu l'attention d'un physicien français dont les travaux sur les corps luminescents sont demeurés classiques, Edmond Becquerel, justement le père de Henri Becquerel, dont nous allons décrire les expépériences.

Ce dernier savant, après avoir enveloppé une plaque photographique de papier noir, plaça au-dessus quel-

Digitized by Google

ques cristaux de sulfate d'uranium et exposa le tout à la lumière.

Après 48 heures d'exposition, il développa sa plaque et constata qu'elle avait été impressionnée à l'endroit où étaient déposés les cristaux. Ils émettaient donc des rayons capables de traverser les corps opaques et d'agir sur les plaques sensibles.

Ce fut en février 1896 que, dans une note adressée à l'Académie des sciences, il fit connaître ces premiers résultats.

Il était persuadé alors que la fluorescence était indispensable à la production du phénomène, mais il ne tardait pas, par une belle série de recherches, à démontrer qu'il n'en était pas ainsi.

Non seulement le sulfate, mais tous les sels d'uranium et ce métal lui-même, conservés dans l'obscurité, émettent indéfiniment de pareilles radiations.

Cette dernière expérience eut un retentissement considérable ; elle posait, en effet, un problème troublant.

Nous avons déjà vu dans notre première causerie la possibilité de subdiviser l'atome. Cela nous a bien un peu surpris, mais, somme toute, le fait était prévu.

La nouvelle découverte, au contraire, entraînait des conséquences inattendues. Elle paraissait en contradiction formelle avec le principe de la conservation de l'énergie, base sur laquelle repose toute la mécanique physique. Des milliers d'expériences avaient cependant semblé établir définitivement l'impossibilité de toute création d'énergie, nos moyens d'action se bornant à de simples transformations de ses diverses manifestations. On avait donc le droit d'affirmer que

Digitized by Google

toute apparition d'une certaine quantité sous l'une de ses formes, chaleur, travail, lumière, etc., entraînait la disparition simultanée d'une quantité équivalente sous une autre.

Or, les propriétés nouvelles de l'uranïum semblaient bien en opposition avec cette affirmation, puisque sans variation de poids, de température, sans variation d'aucun de ses caractères, il rayonnait de l'énergie depuis des siècles et paraissait n'en puiser nulle part.

Les savants se mirent avec ardeur à l'étude de ce rayonnement, qu'ils baptisèrent, à juste titre, du nom de rayonnement Becquerel.

Mesure de l'intensité du rayonnement Becquerel.

Les premières recherches eurent pour but d'étudier sa nature, ce qui était difficile à cause de son intensité très faible. Cependant on parvint à les identifier avec les rayons X. Comme ces derniers, le rayonnement de l'uranium est capable de décharger les corps électrisés sur lesquels il agit.

Becquerel, en utilisant cette propriété, a même imaginé une méthode très simple, qui permet de mesurer son intensité.

Elle consiste à placer le corps à étudier à l'intérieur d'un électromètre, auquel on a primitivement communiqué une charge, toujours la même, c'est-à-dire produisant toujours la même divergence des feuilles d'or.

Sous l'influence du rayonnement, la charge de ces feuilles se dissipant, leur divergence diminue, et d'autant plus vite que son intensité est plus grande. La vitesse de cette diminution pourra donc servir de

Digitized by Google

mesure à l'intensité du rayonnement. Pour avoir cette vitesse, il suffira de placer une petite règle graduée en face des feuilles, qui donnera à chaque instant leur distance, et d'observer de combien de divisions elle diminue pendant un même temps.

C'est par un procédé analogue que Becquerel parvint à montrer que, contrairement à ce qui a lieu pour la phosphorescence, l'intensité du rayonnement uranique ne dépend pas de l'état physique des corps considérés, mais uniquement de la quantité d'uranium qu'ils renferment. Qu'il soit pur ou impur, combiné ou libre, chaud ou froid, etc., une même quantité de ce métal émet toujours le même rayonnement.

Par suite, l'uranium métallique pur est de tous les corps celui qui a le rayonnement le plus intense, à poids égaux. C'est le plus *radio-actif*, puisque tel est le nom qu'on leur donne.

Autres corps radio-actifs.

Les physiciens ne manquèrent pas d'essayer dans l'électroscope tous les corps connus, afin de savoir si, seul, l'uranium jouissait de telles propriétés ; mais ce ne fut que deux ans après la découverte de Becquerel que M. Schmidt, en avril 1898, fit savoir que le thorium était aussi radio-actif.

Le thorium est un métal, lourd à peu près comme le plomb, dont l'oxyde forme la matière des manchons des becs Auer.

Peu de jours après, Mme Curie retrouva les résultats de M. Schmidt, qu'elle ignorait, et signala même une anomalie singulière. Certaines pechblendes sont beau-

Digitized by Google

coup plus actives que l'uranium lui-même, ce qui est en contradiction avec la règle de Becquerel.

Bien plus, les résidus de ce minerai, dont on a séparé par voie chimique tout l'uranium qu'ils contenaient, se montrent encore plus radio-actifs que lui.

Ces faits n'admettent qu'une interprétation, c'est que dans la pechblende, à côté de l'uranium, existent d'autres corps jouissant de cette même propriété.

Le pouvoir radio-actif de ces corps hypothétiques doit être même énorme, attendu que, s'ils existent dans ces résidus, cela ne peut être qu'à l'état de traces, puisque la composition de ces résidus nous est connue, et qu'aucun de ses éléments ne possède ce pouvoir.

Préparation du radium.

Mme Curie n'hésita pas à tenter d'isoler un corps ou des corps présentant un aussi grand intérêt.

L'opération était colossale, car, pour en obtenir une quantité appréciable, il fallait opérer sur des masses énormes de ces résidus. Mme Curie et son mari, qui vint lui apporter l'appui de sa profonde érudition, résolurent d'essayer sur une tonne, que le gouvernement autrichien, propriétaire des mines de Joachimsthal, voulut bien mettre à leur disposition.

Ce traitement ne pouvait évidemment se faire dans un laboratoire, il exigeait le matériel d'une usine, car il devait exiger la manipulation d'une dizaine de wagons d'eau et de produits chimiques. Ce fut la Société centrale de produits chimiques qui s'offrit pour l'effectuer.

Je ne parlerai pas en détail des opérations chimiques

Digitized by Google

par lesquelles on arrive à l'isoler ; elles sont identiques aux procédés généraux qu'on emploie pour les autres corps. Elles consistent à traiter la matière en expérience par un réactif chimique qui dissout quelques-uns de ses éléments et est sans action sur les autres. On filtre la dissolution, on l'évapore ; on a aussi divisé la matière primitive en deux parties, la partie insoluble dans le réactif qui est resté sur le filtre et le résidu de l'évaporation de la partie dissoute, chacune d'elles contenant des éléments différents. En répétant avec des réactifs convenables les mêmes opérations sur ces nouvelles parties, on arrivera finalement à fractionner la substance primitive en tous ses éléments.

Dans le cas actuel, chaque traitement doit conduire à deux portions, dont l'une sera dépourvue du rayonnement, et l'autre, au contraire, aura un pouvoir radio-actif croissant à mesure que s'élèvera la proportion du corps cherché qu'elle contient, ce qui servira à les guider dans leurs recherches.

C'est par un tel procédé que Mme et M. Curie arrivèrent à un résidu de bismuth extrêmement actif, et comme ce dernier métal ne l'est pas, ils en conclurent qu'à côté de lui s'y trouvait un corps de propriétés chimiques voisines, mais à rayonnement considérable, auxquels ils donnèrent le nom de polonium.

Les propriétés de l'émission de ce nouveau métal diffèrent beaucoup de celles de l'émission de l'uranium. On peut même encore élever des doutes sur l'existence de ce corps nouveau, car on n'a pas encore obtenu son spectre, ce caractère individuel de tous les éléments.

Traçons une fente très fine dans un carton et pla-

Digitized by Google

çons-la devant une lampe à alcool à flamme incolore, ou mieux devant un bec de gaz brûlant bleu. Plaçons-nous dans l'obscurité et observons-la à travers un prisme de verre, nous la trouverons sans éclat.

Plaçons un morceau de sel dans la flamme, la fente nous apparaîtra alors sous la forme d'une éclatante raie jaune. Cette raie jaune constitue le spectre du sodium, métal contenu dans le sel.

Introduisons maintenant dans la flamme un peu de salpêtre ; on observera non plus une seule fente, une seule raie, mais un ensemble de raies de couleur différente, en particulier une raie rouge.

C'est à l'ensemble de raies ainsi obtenues qu'on donne le nom de spectre. La couleur et le nombre de ces raies sont caractéristiques des corps considérés ; aucun autre ne les donnera, ou, si on veut, deux métaux différents n'ont pas le même spectre. Le spectre est donc en quelque sorte la carte d'identité des éléments. Il permettra de les reconnaître dans tout mélange, dans toute combinaison.

Or, dans le cas présent, on n'a jamais observé que les raies propres au baryum. Il se peut d'ailleurs que, quoique très sensible, puisqu'on obtient ces raies avec des fractions de millième de milligramme, cette méthode le soit encore moins que l'électromètre pour les corps radio-actifs ou encore que l'éclat du spectre du bismuth masque ici celui du polonium.

Quoi qu'il en soit, ils obtinrent ainsi un second résidu formé en grande partie de baryum, mais ayant un rayonnement d'une intensité cinquante fois plus grande que celui de l'uranium.

Mais ici encore la séparation du baryum du corps

Digitized by Google

hypothétique radio-actif paraissait impossible, tellement sont voisines leurs propriétés chimiques. Heureusement ils découvrirent que le chlorure de baryum était beaucoup plus soluble dans l'eau que le chlorure du corps cherché. De sorte que par une série de dissolutions faites à chaud, accompagnées de cristallisations par refroidissement, ils obtenaient des cristaux de plus en plus riches en substance active, qui, examinés par M. Demarçay, donnèrent un spectre dans lequel apparaissaient des raies nouvelles mettant hors de doute l'existence d'un élément nouveau qu'ils appelèrent radium.

Après un long travail, ils arrivèrent enfin, par cette méthode, à obtenir son chlorure pur, sous forme de cristaux, dont le pouvoir radio-actif est 2,000,000 de fois environ plus grand que celui de l'uranium, mais la quantité obtenue était extrêmement faible, de sorte que le traitement long et dispendieux dont nous venons de parler porte à plusieurs centaines de mille francs le gramme la valeur du radium.

Familles des corps radio-actifs.

Pour être complet, je vous signalerai que M. Debierne a découvert qu'une autre partie du traitement, riche surtout en thorium, a aussi un pouvoir radio-actif considérable, mais différent de celui du radium par quelques-unes de ces propriétés. Il admet donc qu'à côté de ce métal s'en trouverait un autre, dont les propriétés chimiques sont analogues, auquel il a donné le nom d'actinium, bien qu'on n'ait pas non plus obtenu son spectre.

Digitized by Google

Il est remarquable que les corps radio-actifs sont ceux dont le poids atomique est le plus lourd. L'atome d'uranium, le plus lourd de tous les atomes connus, pèse 240 fois plus que celui de l'hydrogène, celui du thorium pèse 233 fois plus, celui du radium 225 fois plus.

C'est conforme aux prévisions de Mendeleff, suivant lesquelles les propriétés des corps sont en relation avec leur poids atomique. Ce savant, en s'appuyant sur cette idée, a même donné des corps simples une classification intéressante sur laquelle je n'insisterai pas, me bornant à faire remarquer deux points.

D'une part, l'uranium avec le poids atomique alors admis, 120, se présentait comme une exception et n'avait pas de place dans cette division en familles. Il en avait une toute naturelle, au contraire, si on admettait que son poids atomique est double, 240 ; ce que l'expérience a confirmé depuis.

D'autre part, d'après Mendeleff, les familles sont incomplètes; des corps dont on peut, à priori, prévoir les propriétés manquent, et, en effet, une série de corps découverts dans ces dernières années, le gallium, le germanium, etc., sont venus avec leurs propriétés prévues combler les lacunes signalées. Le radium est dans le même cas, et les lacunes qui l'entourent ainsi que le thorium, l'uranium, permettent d'espérer la découverte future de nouveaux corps radio-actifs.

CHAPITRE II.

Effets produits par le rayonnement du radium.

Les propriétés merveilleuses du radium vont nous dévoiler bien des mystères. Les effets de son rayonne-

Digitized by Google

ment sont analogues à ceux que nous a déjà donnés le tube Crookes, mais amplifiés dans une proportion énorme. L'action photographique, la provocation de la phosphorescence, la décharge des corps électrisés, la formation de brouillards sont autant de ses propriétés ; mais ce n'est plus à quelques centimètres, c'est à plusieurs mètres qu'on peut les produire, L'action physiologique est si considérable que plusieurs physiciens en ont été victimes. Les doigts des opérateurs qui manipulent cette précieuse substance durcissent, s'enflamment. Les graines exposées à son rayonnement meurent et deviennent incapables de germer ; les bactéries sont détruites, des souris ne tardent pas à périr. Tout le monde connaît l'accident survenu à M. Becquerel. Ayant placé, pendant quelques heures, dans la poche de son gilet un tube contenant du radium, il s'apercevait, huit jours après, qu'une tache rouge s'était formée sur la peau, en face de ce tube. Peu après se formait une plaie suppurante, dont la guérison demanda plus d'un mois de traitement.

Ce fut avec ardeur que les physiciens entreprirent l'étude de ce puissant rayonnement, qui leur parut tout d'abord très complexe.

Nature de ce rayonnement.

Une expérience de Becquerel va nous permettre de simplifier l'exposition de leurs résultats en nous dévoilant sa nature.

Ce savant, en reprenant l'action des aimants, que nous avons vu utiliser à propos des rayons cathodiques, constata que dans un champ puissant un fais-

Digitized by Google

ceau de rayons émis par le radium se divisait en trois autres. L'un de ces faisceaux conservait sa direction primitive, les deux autres étaient déviés de part et d'autre de celui-là.

L'interprétation qui se présentait naturellement à l'esprit était d'admettre dans le faisceau radique l'existence de trois faisceaux de nature différente : l'un non dévié, analogue aux rayons X ; les deux autres formés de particules matérielles chargés d'électricité de nom contraire. Toutes les expériences effectuées sur les radiations du tube Crookes, répétées avec chacun des trois faisceaux que nous venons d'isoler, confirmèrent cette hypothèse.

On a donné le nom de rayons γ (gamma) aux rayons non déviés. Ils sont identiques aux rayons X. Comme eux, ils ne sont pas formés par une projection de matière et semblent plutôt un mouvement de l'éther ; mais leur pouvoir de pénétration est considérable ; ils peuvent produire des actions photographiques à travers plusieurs centimètres d'aluminium.

Les rayons chargés d'électricité négative ont reçu le nom de rayons β (bêta). Ils sont analogues aux rayons cathodiques. Ce sont des projections de fraction d'atome. Ils sont formés de corpuscules mille fois plus petits que l'atome d'hydrogène, lancés à la vitesse fabuleuse de près de 300,000 kilomètres à la seconde. Aussi ont-ils une pénétration supérieure aux corpuscules cathodiques ; ils peuvent en effet traverser plusieurs millimètres de métaux, de verre, etc.

La troisième catégorie de rayons porte le nom de rayons α (alpha). Ils ont les propriétés des particules de l'afflux. Ils sont formés de particules de même gros-

Digitized by Google

seur, à peu près, que l'atome d'hydrogène portant une charge positive. La grandeur de leur masse et leur faible vitesse, 20,000 kilomètres à la seconde, les empêchent de traverser les obstacles qu'on place sur leur trajet. Une feuille de papier suffit pour les arrêter.

Crookes a pu réaliser une expérience manifestant l'existence, non plus globale de ces particules α, mais bien l'existence individuelle de chacune d'elles. Il a remarqué qu'un fragment de radium, placé à quelques millimètres d'un écran de sulfure de zinc, le rend phosphorescent. Comme l'action cesse dès qu'on intercale une feuille de papier, il faut en conclure qu'elle est due aux particules α qui seules alors sont arrêtées.

Or, ce qui, à l'œil nu, apparaît comme une luminosité continue, examiné à la loupe, se montre formé d'un nombre prodigieux de points scintillants, de brillantes étincelles apparaissant la durée d'un éclair. La rapidité est telle que, d'après Crookes, l'écran présente l'aspect d'une mer lumineuse en furie.

Chacune de ces étincelles serait l'effet individuel d'une des particules α; elle serait le résultat du choc de cette particule contre l'écran de sulfure de zinc, révélant ainsi son existence, comme le fait l'obus, en atteignant le sol par le nuage de poussière qu'il soulève.

Nouvelle conception de la matière.

Les étonnants résultats que nous venons d'exposer vont nous permettre de donner une explication du mystère dont s'enveloppe l'uranium.

Digitized by Google

Les atomes des corps radio-actifs ne sont pas, d'après ce qui précède, en équilibre stable permanent ; leur rayonnement est un morcellement spontané de la matière qui les forme. L'énergie radiée trouve tout naturellement sa cause dans le caractère en quelque sorte explosif de cet atome, comme celle des éclats de l'obus dans la charge de poudre qu'il contient. Ici, pas plus qu'ailleurs, il n'y a création d'énergie; il y a une simple libération de celle qu'avait demandée la formation de l'édifice atomique qui se fractionne sous nos yeux.

L'atome n'est plus pour les savants une masse de matière inerte insécable, c'est un univers plein de vie. Agrandi aux dimensions du nôtre, il nous apparaîtrait, d'après Lorentz, lord Kelvin, etc., comme un système solaire dans lequel nous verrions des milliers de corpuscules cathodiques, gros comme la terre, tourner autour de la fraction d'atome à charge positive, à une distance voisine de celle qui nous sépare du soleil. Le nombre de ces planètes, le diamètre de leurs orbites, tels sont les caractères qui différencieraient les atomes. Ce serait l'ébranlement rhythmique de l'éther qu'elles produisent dans leur rapide révolution qui donnerait naissance aux rayons diversement colorés qui se séparent dans le spectre γ. De telle sorte qu'on peut prévoir qu'en modifiant leur trajectoire, le spectre d'un même atome peut être modifié ; c'est ce que l'expérience réalisée par Zeemann a confirmé.

C'est donc dans le rapide mouvement de cet infime tourbillon que se trouve l'origine de l'énergie apparue. Le bombardement du radium est le résultat de l'écroulement de ces mondes.

Digitized by Google

Durée de la vie du radium.

Malgré cette énorme émission d'énergie, l'expérience n'a pu déceler la moindre variation de poids du radium. Il ne faut pas s'en étonner; nous avons d'autres exemples. M. Berthelot estime qu'une graine de musc, qui répand pourtant autour de lui une odeur si intense, ne perd qu'un milligramme dans cent mille ans.

Quelle que soit la manière dont on dirige le calcul pour se rendre compte de la quantité de matière rayonnée, le résultat obtenu est toujours très faible, malgré le nombre prodigieux de particules émises, que Mme Curie évalue à 100 milliards par seconde. M. Ramsay, qui donne pour cette perte le coefficient le plus élevé, l'estime à 1 milligramme par gramme et par an.

Il ne faudrait pas se hâter de conclure que dans mille ans il n'existera plus de radium, car, lorsque la perte aura réduit le gramme de radium considéré à un demi gramme, l'émission ne sera plus que de moitié, un demi-milligramme par an. Un petit calcul, qui fait entrer cette considération en ligne de compte, montre que le résultat de Ramsay signifie que dans 2,000 ans il y en aura 10 fois moins ; ou, si l'on veut, il y a 2,000 ans, il y en avait 10 fois plus qu'aujourd'hui.

Son énergie.

Malgré la petitesse de la masse radiée, la valeur balistique du radium n'en est pas moins considérable. La curiosité m'a poussé naturellement à calculer quel

Digitized by Google

pouvait bien être ce que les artilleurs appellent son potentiel explosif, c'est-à-dire la quantité d'énergie projective utilisable. La voici : un kilogramme de radium équivaut à 30,000,000 de kilogrammes de mélinite, l'une de nos poudres les plus puissantes. Et encore n'ai-je pas tenu compte de toutes les formes de l'énergie rayonnée. On voit combien le ravitaillement d'une armée en munitions serait facile si nous savions asservir une pareille puissance. Il est vrai qu'actuellement il n'y a pas 20 grammes de radium isolé dans le monde entier, qu'il coûte des centaines de mille francs le gramme, et qu'une pareille demande ferait singulièrement monter son cours.

CHAPITRE III.

Propriétés lumineuses, calorifiques, électriques, du radium.

Après avoir étudié les surprenantes propriétés de son rayonnement, il nous reste à étudier les propriétés plus miraculeuses encore du radium lui-même.

Il est spontanément lumineux ; quelques centigrammes permettent de lire dans l'obscurité. Sa lumière est visible, même en fermant les yeux ; cela tient à ce que le rayonnement franchissant les paupières, provoque la phosphorescence des milieux de l'œil et c'est cette phosphorescence qui agit sur la rétine. Comme d'ailleurs elle est due aux rayons à grande pénétration, l'effet produit serait encore le même si on enfermait le radium dans une boîte de carton.

Il en serait encore ainsi pour un aveugle qui aurait

Digitized by Google

conservé intacte la fonction rétinienne, par exemple, pour un infirme atteint de cataracte.

M. Curie a découvert qu'il est toujours plus chaud que le milieu dans lequel on le plonge. Dans l'air, par exemple, sa température est toujours supérieure de plusieurs degrés à l'air environnant ; il doit donc dégager de la chaleur, ce qu'il est facile de constater.

On peut même la mesurer. On a trouvé ainsi qu'un poids quelconque de radium peut fondre un poids de glace un peu supérieur au sien par heure, Si on préfère, pendant le même temps, il porterait à l'ébullition un poids égal au sien d'eau qu'on aurait refroidie par un contact prolongé avec de la glace.

Enfin, pour montrer qu'aucune forme de l'énergie ne saurait lui être étrangère, ce merveilleux radium s'électrise spontanément. Introduit dans une bouteille de Leyde, il en produirait la charge automatique.

C'est encore M. Curie qui fit cette découverte, d'ailleurs inattendue. S'étant proposé d'extraire, du tube scellé dans lequel il l'avait introduit, un fragment de radium, il saisit ce tube d'une main, et de l'autre appuya une lime pour produire une légère fêlure. C'était la disposition classique pour recevoir la décharge d'une bouteille de Leyde. Dès que la lime eut suffisamment mordu, il éprouva une vive commotion en même temps que se produisait une petite étincelle.

On s'explique aisément la charge spontanée de ce tube. Les particules β, libérées par la dissociation du radium, chargées négativement, franchissent aisément l'épaisseur du verre, emportant avec elles de l'électricité de ce nom. Au contraire, les grosses particules α, impuissantes à le traverser, restent confinées à l'inté-

Digitized by Google

rieur et cèdent ainsi leur charge positive, qui va sans cesse croissant.

M. Strutt a combiné sur ce fait une élégante expérience qui réalise assez bien l'apparence du mouvement perpétuel. Une ampoule de verre mince R (fig. 6), portant deux feuilles d'or, est suspendue par un fil de verre dans un tube dans lequel on a fait le vide. En face des feuilles d'or sont disposées deux lames métalliques L, en relation avec le sol par un fil de platine qui traverse le tube. Dans l'ampoule on place quelques fragments radifères. On devine ce qui se produit ; grâce à l'électrisation spontanée du radium, les feuilles se chargent d'électricité positive; leur divergence augmentant avec leur charge, elles arrivent à toucher les lames L. Brusquement ainsi déchargées, elles retombent jusqu'au contact, et le phénomène se reproduit.

Radio-activité induite.

La découverte de Becquerel a donc eu des conséquences remarquables. Elle a été le point de départ d'une véritable révolution scientifique dans laquelle se sont écroulées nos vieilles conceptions de la matière.

Le problème inquiétant qu'elle avait posé a donné lieu à cette magnifique série de découvertes, dont chacune d'elles est un sujet d'étonnement.

Elle a désormais ouvert à nos investigations un champ immense à explorer.

Un réservoir presque inépuisable d'énergie, sous une forme nouvelle, est à l'avenir à notre disposition ; mais l'asservissement de cette puissance exigera sans doute beaucoup de temps encore.

Digitized by Google

Il semblait toutefois que c'en était fini avec les questions déconcertantes, lorsque, en novembre 1899, Mme Curie fit la découverte de la propriété la plus étrange des corps radio-actifs, connue sous le nom de *radio-activité induite.*

Tous les objets exposés quelque temps au rayonnement du radium, thorium, actinium, deviennent temporairement radio-actifs à leur tour.

En particulier, avec le radium, ces objets deviennent capables de provoquer la phosphorescence, l'action photographique, la décharge des corps électrisés, etc., et, ce qui n'est pas moins singulier, la nature de ces objets est indifférente; le rayonnement acquis s'affaiblit pour tous, suivant la même loi; son intensité diminue de moitié en une demi-heure.

Une expérience très simple permet d'ailleurs de s'assurer que les rayons β, γ, n'interviennent pas dans le phénomène ; car, si le radium est enfermé dans un tube en verre mince qu'ils traversent facilement, aucune radio-activité induite ne se produit dans les corps extérieurs.

Faut-il dès lors l'attribuer aux particules α?

Ce qu'il y a de curieux, c'est que cette propriété ne découlerait alors nullement de leur vitesse, comme le montre l'expérience suivante.

Prenons deux enceintes closes, plaçons dans l'une d'elles un sel de radium, de préférence en dissolution, et dans l'autre un corps quelconque. Faisons ensuite communiquer les deux enceintes par un tube, très étroit si l'on veut, de forme quelconque. Au bout de quelques heures, le corps placé dans l'enceinte est

Digitized by Google

complètement activé, il a acquis pour quelque temps les propriétés des corps radio-actifs.

Emanation.

Tout se passe, suivant l'ingénieuse hypothèse de M. Rutherford, qui a découvert que cette propriété appartenait aussi au thorium, comme si le radium dégageait un gaz, une vapeur subtile qui viendrait se condenser sur les corps qui sont placés dans le voisinage et leur conférerait la radio-activité.

Les enceintes closes qui ont contenu récemment du radium en seraient saturées, et de fait, si on introduit dans l'une d'elles un corps quelconque, il s'active, bien que hors de sa présence.

Aussi, bien que toute hypothétique, cette vapeur reçut-elle le nom *d'émanation.*

D'ailleurs, l'analogie se poursuit très loin.

Un corps activé ainsi cesse de l'être dès qu'on le gratte, tandis que la poussière obtenue a conservé son pouvoir, comme s'il s'était réellement produit une condensation à la surface.

De même un courant d'air passant sur du radium peut activer un corps à grande distance, par une sorte d'entraînement de cette émanation.

Ses propriétés.

L'analogie est donc parfaite. Mais où elle cesse de l'être pour faire place à une propriété troublante, c'est dans *l'existence éphémère* de cette émanation. Lentement, mais avec une régularité mathématique, cette

Digitized by Google

substance, en effet, toujours s'évanouit. Toujours sa puissance d'activation diminue de moitié en 4 jours, pour s'éteindre au bout d'un mois à peu près.

Le fait devient encore plus déconcertant lorsqu'on a acquis la conviction que l'émanation, loin d'être une hypothèse, est au contraire une réalité.

Introduisons, en effet, dans l'ampoule R (fig. 7) une dissolution de radium, fermons le robinet M et abandonnons l'appareil pendant quelques jours. Peu à peu elle se sature d'émanation.

Au bout de ce temps, ouvrons M, l'émanation se diffuse lentement dans les ampoules A et B enduites de sulfure de zinc, qui peu à peu s'illuminent. Fermons de nouveau M et plongeons B dans de l'air liquéfié dont la température est de 190° au-dessous de 0°; toute l'émanation s'y condense en une sorte de liquide, l'éclat de cette ampoule augmente, tandis que A redevient obscure.

Enlevons maintenant B du bain réfrigérant et laissons l'appareil se réchauffer ; peu à peu l'émanation condensée redevient gazeuse et de nouveau remplit les ampoules A et B.

Incontestablement c'est un gaz.

M. Ramsay a pu s'assurer qu'elle suivait la loi ordinaire de compressibilité des gaz, la loi de Mariotte.

Ce qui est plus décisif encore, il a pu obtenir et étudier son spectre fugitif comme elle. Il a repéré la position d'une vingtaine de ses raies. Il estime son atome 160 fois plus lourd que celui de l'hydrogène et propose de l'appeler ex-radio.

Mais, tandis que les bases, les acides, les hautes et

Digitized by Google

les basses températures sont sans action, toujours il paraît s'anéantir spontanément.

Que peut-il bien devenir ?

Sa transformation.

Une magnifique expérience de MM. Ramsay et Soddy va nous l'apprendre. M. Ramsay est l'illustre savant qui a *redécouvert* l'hélium il y a quelques années. Grâce à la propriété qu'ont les corps de donner un spectre qui leur est propre, il est aussi facile de faire l'analyse du soleil que celle d'un échantillon dans un laboratoire. Or, un savant physicien, Lockyer, vers 1869, découvrit dans cet astre un élément inconnu à la surface de la terre, auquel il donna le nom de *hélium*. M. Ramsay, en poursuivant ses recherches sur l'argon, fut amené à constater sa présence, vers 1895, dans certains minerais, en particulier dans la cléveite ; ce qui lui permit de montrer que ce corps est un gaz incolore, très léger, le plus léger après l'hydrogène, peu abondant, mais très répandu.

Je reviens à l'expérience de MM. Ramsay et Soddy.

Ces savants, en aspirant les gaz qui se dégagent d'une dissolution de bromure de radium, purent préparer une certaine quantité d'émanation qu'ils essayèrent de rendre pure de toute trace de matière étrangère.

Après six mois de tâtonnements, d'opérations longues et délicates, ils aboutirent enfin à ce résultat.

Le spectre qu'elle donnait alors était d'une nettete parfaite.

Ils ne tardèrent pas à constater, en abandonnant le

Digitized by Google

tube à lui-même, que le volume de l'émanation diminuait régulièrement. Au bout de trois semaines, elle avait presque complètement disparu. Mais peu à peu, pendant ce temps, apparaissaient des raies nouvelles; leur nombre et leur éclat augmentaient, et finalement ils obtenaient le spectre complet de l'hélium.

Conclusions.

Ils venaient donc vraisemblablement d'assister les premiers à la réalisation de ce rêve, hier encore absurde : la transmutation des corps. Un élément chimique venait sous leurs yeux de se transformer en un autre. Le radium, ce métal lourd, placé à l'une des extrémités de l'échelle chimique, venait de changer de nature, se transformant en un gaz léger placé à l'autre extrémité.

L'énergie mystérieuse de l'émanation, telle serait alors la pierre philosophale.

Nous comprenons bien d'ailleurs combien étaient vaines toutes les tentatives dans ce sens de nos prédécesseurs.

Le fractionnement des atomes, leur agrégation mettent en jeu des énergies insoupçonnées auprès desquelles nos moyens d'action sont bien faibles. Mais désormais il nous est permis d'espérer. La dissociation de la matière en libère des quantités inépuisables qu'il sera possible, sans doute, d'obtenir un jour, sous une forme maniable, quand on saura la maîtriser.

Quels seront les résultats de son utilisation? Les

Digitized by Google

conquêtes de ces dernières années montrent qu'il serait insensé d'essayer de les prévoir.

Quel rôle peut-être ne joue-t-elle même pas dans l'inconnu qui nous enveloppe de toutes parts ? Car l'émanation n'est pas une rareté localisée autour de la pechblende ; elle est, au contraire, extrêmement répandue, mais à l'état de traces. L'air en est imprégné. Les couches profondes du sol en émettent sans cesse. Partout, à peu près, l'expérience la décèle, dans les sables de certaines plages, les argiles de nos jardins, dans les sources de certaines eaux qui leur doivent peut-être quelques-unes de leurs propriétés miraculeuses.

Une question se pose encore. Que sont devenues les particules négatives du rayonnement, ces fractions infinitésimales de l'atome ? Elles ont disparu sans laisser de trace.

Faut-il en conclure, avec Crookes, qu'elles sont retournées dans le sein de cette substance universelle et informe dont l'atome n'est qu'un agrégat. S'il en était ainsi, pourquoi cinq ou six corps seulement, le radium, le thorium, etc., jouiraient-ils exclusivement de cet apanage de dissociation de la matière, de son extinction ?

Pourquoi leurs produits de transformation seraient-ils en équilibre plus stable, plus permanent ?

Faut-il croire que leurs atomes se morcelleront à leur tour et que la matière tend vers ce demi-néant, la matière dématérialisée ?

Digitized by Google

Digitized by Google

INVASION DES CAMPAGNOLS

DANS LA

CHARENTE-INFÉRIEURE

Le campagnol des champs (Arvicola arvalis) se caractérise par sa couleur gris fauve en dessus, blanchâtre sur les parties inférieures et marqué d'une ligne jaunâtre sur les flancs, avec une queue unicolore ; c'est le plus répandu et le plus nuisible de tous les membres de la famille des arvicolidés ; il mesure de 0,10 à 0,11 de longueur, porte une queue courte de 0,03 à 0,04. Cet animal vit dans les champs, où il détruit les récoltes de céréales, les racines, les prairies, etc., etc. (1).

Ce fut au mois de janvier 1903 que les campagnols firent leur première apparition en troupes dans la commune de Chives, canton d'Aulnay ; au mois de février, on constata leur présence dans la commune de Dampierre-sur-Boutonne ; au mois de mars, ils se montrèrent en même temps à Mazeray, canton de Saint-Jean-d'Angély, et à Saint-Christophe, canton de La Jarrie. Au premier janvier 1904, cinquante-trois communes étaient en tout ou en partie envahies. Jusque-là, la présence de ces rongeurs n'avait pour ainsi

(1) On évalue à 5 millions l'importance des dégâts.

Digitized by Google

dire rien d'anormal, car on en rencontre toujours un plus ou moins grand nombre. En 1884, ils avaient fait une apparition et ils disparurent comme ils étaient venus. L'année 1903 ayant été une année de grande récolte, on constata au moment de la moisson que les rats étaient plus nombreux que d'habitude sous les javelles.

L'origine de l'invasion de 1903 n'est pas plus facile à expliquer que les précédentes ; Salys-Longchamp, cité par d'Orbigny et par les auteurs du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dit qu'il a vu les campagnols devenir presque rares en certaines contrées, sans se rendre compte de la cause de cette destruction, ni de celle qui les ramène en si grand nombre une ou deux fois tous les dix ans.

Si on peut considérer la commune de Chives comme contaminée par le canton d'Aigre, ce qui n'est qu'une supposition, on remarquera que La Villedieu ne fut envahie qu'au mois de septembre 1903, tandis que les communes de Mazeray et de Saint-Christophe, éloignées du prétendu centre de contagion, la dernière surtout, reçurent la visite des rongeurs dans le mois de mars. On pourrait peut-être admettre que ces animaux, venus du département voisin, se sont tout d'abord fixés dans la forêt d'Aulnay, qu'ils s'y sont multipliés pour se disperser plus tard. Le fait est admissible, étant donné l'humeur voyageuse de ces animaux, qui se déplacent surtout pendant la nuit, allant droit devant eux, sans se préoccuper des obstacles, jusqu'à ce qu'ils trouvent un endroit à leur convenance ; les cours d'eau ne les arrêtent même pas. Il était curieux de les voir traverser le canal de Marans, nageant à la

Digitized by Google

manière des chiens, lorsqu'ils sont venus se fixer sur les glacis de La Rochelle. On peut aussi admettre que, sous l'influence d'une cause inconnue, l'invasion a pris naissance sur place, sur plusieurs points du département à la fois, à la suite d'une reproduction plus nombreuse que d'habitude, et que l'émigration est partie de ce point.

En 1904, l'invasion s'étend de plus en plus ; au mois de janvier, les campagnols occupent douze nouvelles communes ; au mois de février, 17 de plus ; en mars, 21 ; en avril, 22 ; en mai, 27 ; en juin, 20 ; en juillet, 11 ; en août, 6. Soit en tout 156 communes envahies en huit mois. A partir de cette époque, l'invasion marche lentement.

Cette recrudescence de l'apparition des animaux sur de nouveaux points, en mars, avril, mai et juin, s'explique parfaitement. Il y a deux portées, une au printemps, l'autre en automne ; chacune d'elles est de huit à douze petits ; les primipares en font quelquefois moins. Comme les jeunes arrivent de bonne heure à l'état adulte, ils se reproduisent à leur tour, pendant la saison du printemps et de l'été. Si les nouveaux venus restaient sur place, il y aurait encombrement et manque de nourriture. De même après la portée d'automne, il y a un nouvel exode, mais moins important, les jeunes de cette portée arrivant à l'état adulte à la mauvaise saison. C'est sans doute cette reproduction des jeunes en dehors des époques normales qui a fait dire à quelques auteurs que les campagnols donnaient une portée par mois pendant dix mois de l'année ; en effet, pendant la belle saison, on rencontre toujours un plus ou moins grand nombre de nichées selon

Digitized by Google

l'intensité de l'invasion. D'une manière générale, ces animaux sont toujours en mouvement et prêts à se déplacer. L'abondance de la nourriture peut aussi avoir une influence sur la reproduction, et plusieurs couples peuvent faire deux et jusqu'à trois portées au plus, pendant la belle saison.

Lorsque ces animaux sont fixés, ils tracent à la surface du sol des sillons qui conduisent aux galeries souterraines en zig-zag et dont le niveau n'est pas constant afin d'éviter les inondations dans la chambre où elles aboutissent, laquelle chambre a environ de 8 à 10 centimètres de diamètre, et qui, selon la saison, est située à une profondeur qui varie entre 12, 50 et même 60 centimètres.

Les sillons servent de points de repaire aux rats pour se rendre dans les galeries lorsqu'ils sont dérangés, aussi ces sillons sont-ils toujours très unis et il est rare que les animaux s'y arrêtent pour manger.

Lorsque les habitants des loges souterraines les abandonnent ou périssent, d'autres ne viennent pas s'y établir. Il suffit d'un mort dans une chambre pour que les autres membres de la famille déménagent. Dans nos recherches, nous n'avons jamais trouvé d'animaux vivants là où il y avait un cadavre. Ces mœurs expliquent pourquoi dans un terrain criblé de trous on ne voit quelquefois qu'un nombre restreint de rats.

Enfin, ces animaux peuvent *spontanément* être atteints d'affections qui les déciment ; lorsque le nombre des victimes est trop élevé, les survivants abandonnent ce milieu pour se porter ailleurs et quelquefois à des distances considérables. C'est ainsi que du soir au

Digitized by Google

matin on a vu disparaître les campagnols de toute une contrée à la suite de traitements divers, mais qui n'avaient pas été faits avec ensemble et simultanéité. La dernière invasion de l'arrondissement de Cambrai n'eut pas d'autre cause de dispersion.

Pour assurer leur existence pendant la période de disette, les animaux emmagasinent des provisions dans les chambres, à côté des nids. Ce n'est pas toujours en prévision de l'hiver, comme on a tendance à le croire, l'instinct les pousse aussi à assurer leurs moyens d'existence pendant la période de sécheresse. C'est surtout dans les terres fraîchement remuées que nous avons trouvé des approvisionnements très abondants, consistant en grains et en tubercules d'avoine à chapelets (Arrhenatherium bulbosum). Il arrive souvent qu'ils se déplacent après avoir épuisé leurs réserves, et nous nous sommes même demandé si le moment où ils font grenier n'était pas le signal d'un départ prochain, contrairement à ce qu'on avait affirmé.

Quoi qu'il en soit, l'invasion a disparu subitement tant dans les communes traitées que dans celles qui ne l'avaient pas été; le fait a été général autant en Charente qu'ailleurs. Que sont devenus ces campagnols ? On n'a trouvé aucun cadavre. On ne peut donc pas dire qu'ils ont été atteints d'une maladie qui les a fait périr. La disparition a été subite.

Plusieurs modes de traitements ont été préconisés pour la destruction de ces rongeurs :

Moyens mécaniques. — On dépose dans les dérayures du champ envahi des pots en terre cuite, autant que possible vernissés à l'intérieur, d'une profondeur de

Digitized by Google

25 centimètres environ et d'un diamètre d'au moins 15 centimètres, de manière que l'ouverture soit à fleur de terre ; on remplit ces pots à moitié avec de l'eau ; pendant leurs courses nocturnes, les campagnols viennent se noyer dans ces pièges. Dans les terres fortes argileuses, on peut remplacer les vases en terre par des trous faits au pal de 50 centimètres de profondeur sur 15 de diamètre, de manière que les parois de ces trous soient bien lisses. Ce procédé n'est pas applicable dans les terres friables.

Empoisonnement. — On fait dissoudre 8 grammes d'arsenic dans un litre d'eau et on y fait macérer les grains qui doivent servir d'appâts. La pâte phosphorée peut être employée sur des tranches de pain, de carottes ou de betteraves. La poudre de scille maritime pourrait aussi être employée, mais nous préférons la noix vomique à toutes ces préparations, parce que, malgré la toxicité de cette substance, son emploi est encore celui qui présente le moins d'inconvénients et de dangers, et dont le résultat est toujours certain. Sa préparation se fait de la manière suivante. On prend :

Eau.....	10 litres.
Poudre de noix vomique.	1 kilog.
Acide tartrique...	10 grammes.

On porte à ébullition pendant une heure et demie ou deux heures, et on verse le tout sur 10 kilog. de grain ; l'avoine, le froment et surtout le seigle conviennent parfaitement. Il n'y a plus, après avoir bien brassé, qu'à répandre le grain à la volée dans les champs infectés. Il faut éviter de placer l'appât ainsi

Digitized by Google

empoisonné en masses plus ou moins fortes, car il arrive souvent que les campagnols les souillent de leurs excréments et alors ils n'y touchent plus. Autant que possible il faudrait varier la nature des appâts.

Asphyxie. — On peut employer à l'entrée de chaque galerie quelques gouttes de sulfure de carbone ; les vapeurs qui se dégagent asphyxient presque instantanément les animaux qui s'y trouvent, à la condition que l'air ne pénètre pas. A la suite d'une expérience faite à l'asile de Lafond, en présence de MM. Mabille, directeur de l'établissement, Guillemin, docteur en pharmacie, Bernard, pharmacien militaire en retraite, président de la Société des Sciences naturelles de La Rochelle, nous avions placé sur le sol une nichée de campagnols asphyxiée par 20 gouttes de sulfure ; l'un des rongeurs était dans un tel état que de prime abord tous nous l'avons cru mort ; peu à peu les mouvements respiratoires devinrent plus amples et bientôt ce rat aurait été à même de se sauver, si nous ne l'avions mis à mort. Il y a là un phénomène qui nous paraît rappeler ce qui se passe dans les empoisonnements par l'oxyde de carbone. C'est pourquoi il est indispensable qu'après l'injection du sulfure, le sol soit bien tassé, ce qui rend ce traitement coûteux et peu pratique.

Virus. — Enfin vient la destruction par transmission d'une affection virulente mortelle. Ce procédé, disons-le immédiatement, nous a donné plus de mécomptes que de bons résultats.

Voici, d'après les instructions officielles, comment doivent se préparer les appâts : « Pour préparer les

Digitized by Google

appâts, on commence par mélanger le contenu de chaque bouteille avec 5 litres d'eau ordinaire à laquelle on aura ajouté au préalable 5 grammes (une petite cuillerée à café) de sel par litre d'eau. Pour faire ce mélange, on peut se servir de vases quelconques : terrines, bassines émaillées, baquets en bois, aussi bien lavés que possible à l'eau chaude. (On doit éviter l'emploi de récipients en tôle galvanisée.) »

Appats.— « Comme appât, on peut se servir de toute substance que le campagnol aime à manger et qui peut être facilement imprégnée de bouillon de culture.

» Le meilleur appât est le pain rassis coupé en petits cubes de 1 centimètre de côté. Le pain absorbe rapidement le liquide et est entièrement mangé par les campagnols. En employant du pain, on n'a de déchets d'aucune sorte et les microbes qui ont pénétré à l'intérieur des pores se trouvent à l'abri du soleil et des intempéries.

» Dans les cas où la préparation de pain en grande quantité présenterait des difficultés sérieuses, on peut le remplacer par du grain, blé, orge décortiquée ou avoine grossièrement concassée. Mais, comme les grains absorbent relativement beaucoup moins de microbes que le pain ; comme, d'autre part, la majeure partie de microbes contenus dans le bouillon se déposent sur les enveloppes du grain que les rongeurs ne mangent pas, il faut répandre relativement un peu plus de grains que de pain pour produire le même effet.

» Avec une bouteille de virus mélangé avec 5 litres d'eau, c'est-à-dire avec 6 litres de la dilution viru-

Digitized by Google

lente, on peut imprégner en moyenne 8 kilogrammes de pain rassis, coupé en petits cubes, ou 9 à 10 kilogrammes de grains concassés.

» Quelques minutes suffisent pour imprégner le pain. Pour imprégner le grain dans les mêmes proportions, il faut le laisser tremper pendant trois à quatre heures. »

C'est en nous conformant strictement à ces instructions que nous avons entrepris les traitements. Au 30 août 1904, il avait été employé 25,595 litres de virus. Au début les traitements semblaient donner quelques résultats, mais insuffisants. Bientôt les intéressés furent divisés en deux camps, les partisans et les adversaires du virus. Ces derniers, un peu timides d'abord, en présence des résultats négatifs obtenus sur plusieurs points, notamment à Angoulins, sur les glacis de La Rochelle, où on avait employé du pain comme appât, finirent par prendre le dessus et à faire entendre leurs justes doléances. Il est une chose pénible à dire : c'est que le virus était devenu une chose sacrée, et quiconque mettait en doute son efficacité était considéré comme un adversaire du gouvernement. C'est cette crainte qui explique la grande consommation qui en a été faite. On a objecté que l'époque à laquelle les traitements avaient été faits n'était pas convenable. Il n'y a qu'une réponse à cette objection : Puisque vous reconnaissez que le moment n'était pas opportun, pourquoi expédiez-vous ? Les mêmes insuccès avaient été signalés ailleurs, tant dans la Marne que dans la Haute-Marne.

M. le Dr Chrétien, dont la compétence ne saurait être mise en doute, écrivait dans l'*Ouest Républicain*

Digitized by Google

du jeudi 21 juillet 1904 : « Dans les régions les plus éprouvées, les agriculteurs ont traité leurs champs par le procédé du « virus » dont on a pu obtenir d'assez grandes quantités, grâce à des largesses gouvernementales. Le résultat de cet effort est nul, et l'on peut aujourd'hui, sans crainte de passer pour un gaffeur, dire que le virus est une vaste fumisterie qui coûtera plus de trois cent mille francs à l'Etat. A quoi tient cet échec ? Je ne me charge pas de répondre ; d'ailleurs cela m'est indifférent ; mais ce qui ne l'était pas, c'était de savoir si oui ou non le virus était efficace. J'ai donc entrepris une série d'expériences pour m'assurer de cette efficacité ; tout le monde peut en faire autant. Il suffit de mettre dans une caisse des mulots, de les nourrir avec du pain arrosé de virus, on pourra, comme moi, constater que, s'ils crèvent dans les laboratoires de l'Institut Pasteur, ils se portent à merveille et engraissent sous notre beau ciel des Charentes, ont un poil fin et luisant ; ils donnent ainsi des signes de la plus florissante santé. Incontestablement cette nourriture leur convient. »

C'est à la suite de ces insuccès compromettant tous les intérêts que furent entrepris les traitements à la noix vomique sur lesquels nous aurons à revenir. Au mois de novembre, de nouvelles expériences furent entreprises avec le virus, elles ne furent pas d'abord très heureuses. On a donné de ce nouvel échec une explication qui mérite d'être retenue : Trente mille litres de virus avaient été préparés à l'avance, afin de faire face aux demandes nombreuses et pressantes qui ne manqueraient pas de se produire, et on a déclaré que l'inefficacité des traitements ne pouvait être attri-

Digitized by Google

buée qu'à l'ancienneté des bouillons de culture. Alors pourquoi écrit-on dans les instructions : « Le virus, renfermé dans des bouteilles bien bouchées, et qui n'ont pas encore été ouvertes, mises à l'abri de la chaleur et de la lumière dans une cave, peut être conservé assez longtemps (dix à quinze jours) sans perdre de son activité ; mais il est préférable de l'employer aussitôt après réception. Du reste, à la séance du 4 janvier 1905 de la Société nationale d'agriculture, M. Saguier disait avec raison : « Il est difficile de s'expliquer que l'Institut Pasteur ait pu livrer du virus vieux de plusieurs semaines, alors qu'il déclare que ce virus doit être employé frais pour donner tout son effet mortel », et M. le sénateur Viger, ancien ministre de l'agriculture, ajouta : « Pourquoi l'Institut Pasteur prévient-il alors qu'on doit employer le virus dans les huit jours de sa fabrication ? »

A la même époque (décembre 1905), des expériences comparatives avec le virus et la noix vomique furent prescrites par M. le Ministre de l'agriculture.

Voici le résultat des expériences de Luçon, dont le procès-verbal officiel fut envoyé à notre signature. Sur une étendue déterminée traitée à la noix vomique, on avait compté, avant le traitement, 824 trous dans le blé et 3,053 dans la luzerne. Sur une étendue égale traitée au virus (1), on avait compté 248 trous dans le blé et 1,035 dans la luzerne. Le 9 janvier 1905, avant-veille des constatations finales, on compta, sur la parcelle à la noix vomique, 71 trous réouverts dans le blé et 338 dans la luzerne ; sur la parcelle traitée au virus, 71 trous

(1) A raison de 140 litres par hectare.

Digitized by Google

dans le blé et 150 dans la luzerne. Tous ces trous furent rebouchés le 9 janvier, et le 11 on en trouva 5 d'ouverts sur le blé et 2 sur la luzerne, dans la parcelle à la *noix vomique*, tandis que sur la parcelle traitée au VIRUS il y avait 5 trous dans le blé et 18 dans la luzerne. Le prix de revient du traitement à la noix vomique, payée 110 francs les 100 kilogr., fut de 3 fr. 40 par hectare, et de 4 fr. 62 avec le virus. Nous n'avons jamais eu connaissance des résultats obtenus à Saint-Jean-d'Angély ; nous dirons qu'à la suite d'une erreur plus qu'involontaire, la comparaison n'était plus possible, la parcelle à la noix vomique n'ayant reçu en moyenne que 8 kilog. 500 de grain par hectare, tandis que la parcelle au virus en reçut 12 kilog.

Les propriétés nocives du virus sont dues au bacillus typhi murium, bacille que Macé, dans son traité de bactériologie, considère comme étant pléomorphique ; en culture sur gélatine, il se conduit tantôt comme le bacille d'Eberth, tantôt comme le bacille du choléra des poules ; il prend les couleurs d'aniline; une forme se décolore par le gram. l'autre ne se décolore pas. Est-ce là une modalité nouvelle du bacille de la septicémie hémorrhagique ?

Ce fut le 24 octobre 1891, dans un mémoire daté de Greifswald, que Loëfler fit connaître la découverte du bacille du typhus des souris et qu'il annonça que ce bacille nous mettait en possession d'un procédé grâce auquel il devenait possible de maîtriser le fléau des souris des champs. La première application en fut faite en Thessalie ; mais il s'éleva des contestations, et des missions furent chargées d'examiner à nouveau la virulence de ce bacille. Mereshkowsky fut désigné par

Digitized by Google

le gouvernement russe en mars 1893. De cette étude il résulte que le bacille, même cultivé sur gélose, conserve sa virulence *pendant six mois.* Le savant russe expliqua les insuccès qu'on avait eus par la délicatesse des manipulations auxquelles on doit soumettre les plaques de gélatine, manipulations qui ne sont pas à la portée de tous. C'est alors qu'il eut l'idée d'ensemencer des bouillons de viande peptonisés ; ces bouillons conservent la même virulence que les plaques ; *des bouteilles ensemencées depuis un mois et demi furent expédiées en Sibérie ; après un parcours de six mille kilomètres, le contenu de ces bouteilles était aussi virulent qu'au moment du départ.* Nous sommes loin de la virulence fugace des bouillons de culture que nous avons eu à employer.

On voit que ce procédé de destruction des rongeurs est bien dû à Loëfler, mais qu'il a été modifié par Mereshkowsky. Mais il y a plus : lorsque les cultures ont perdu leur état de virulence aiguë, le bacille devient vaccinal, et les souris qu'on a tenté d'infecter avec ces cultures atténuées présentent encore le gonflement du foie et de la rate cent trente-trois jours après l'infection ; malgré cela elles conservent leur gaîté, prennent même de l'embonpoint et deviennent de plus en plus sémillantes. C'est donc une erreur d'affirmer comme on l'a fait que les animaux chez lesquels on trouve la rate gonflée sont fatalement voués à la mort.

Voici, d'après Loëfler, les principales lésions qu'on trouve sur les cadavres des souris tuées par le bacille du typhus : le foie, la rate, l'estomac, l'intestin grêle, les glandes mésentériques, le poumon étaient le siège

Digitized by Google

d'inflammations ou de dégénérescences graisseuses, et souvent l'abdomen était rempli de sang vermeil sans qu'on pût découvrir le siège de l'hémorrhagie. Nous devons avouer que jamais nous n'avons rencontré ce cortège de lésions sur les souris tuées avec le virus que nous avons été chargé d'employer.

La même année 1893, Mereshkowsky trouva sur le spermophile ou souslick un bacille analogue à celui de Loëfler, au point de vue de la grosseur et de la motilité, qui se développe indifféremment sur l'écureuil, le rat des champs, le rat des maisons et les campagnols. Les expériences faites avec ce bacille démontrent qu'il est indispensable que chaque souris absorbe une quantité déterminée de matière virulente ; celles qui n'en prennent pas suffisamment ne sont nullement incommodées. Ce fait semble expliquer l'insuffisance des traitements avec 75 litres de virus par cent hectares. Enfin, Mereshkowski a aussi démontré que la farine de seigle constituait le meilleur des appâts.

On avait dit au début, on l'a répété dans les publications périodiques de 1904 qui se sont occupées de cette question, que la maladie était contagieuse et susceptible de se transmettre de proche en proche. Nos observations nous permettent d'affirmer que la maladie n'est pas contagieuse. Du reste, la non contagion résulte aussi des expériences de Loëfler et de Mereshkowsky, et c'est avec raison que M. le sénateur Viger, ancien ministre de l'agriculture, disait à la séance du 4 janvier 1905 de la Société nationale d'agriculture de France « qu'il est nécessaire de bien expliquer aux intéressés que la septicémie hémorrhagique consécutive chez les campagnols à l'ingestion du virus n'est

Digitized by Google

pas contagieuse, et que les animaux de cette espèce peuvent cohabiter avec leurs congénères malades sans être incommodés ».

L'innocuité du virus qui a été employé lors de la dernière invasion, vis-à-vis du gibier, demeure encore douteuse. Nous n'avons connaissance d'aucune expérience faite sur le lièvre ou le lapin. Dans la Marne, on a trouvé des lièvres morts porteurs d'un bacille analogue à celui de Loëfler, qui, cultivé et ingéré par les campagnols, a occasionné la mort en quelques jours. C'est un fait qui demande à être vérifié et que nous signalons pour mémoire.

Comme conclusion en ce qui concerne le virus, nous dirons que c'est un moyen coûteux qui s'est montré trop souvent infidèle, pour qu'on puisse le considérer comme un spécifique à l'exclusion de tous autres moyens. La noix vomique lui est bien supérieure.

Noix vomique. — Nous arrivons maintenant à un tournant de l'histoire de l'invasion difficile à franchir ; peut-être devrions-nous nous pénétrer de cette pensée de Fontenelle : « Si j'avais la main pleine de vérités, je me garderais bien de l'ouvrir à cause des ennuis que cela pourrait me susciter. » Il est trop tard pour regarder en arrière et déjà nous avons ressenti les coups d'épingles mesquins que nous a valus notre franchise. Nous resterons dans le domaine des généralités, car on ne doit préciser que lorsqu'on a des preuves matérielles en main, quoique nous ayons suffisamment de preuves morales qui démontrent le parti pris.

Un jour de marché du mois d'août, nous fûmes assailli par près de cinq cents propriétaires qui vou-

Digitized by Google

laient nous faire dire que le virus était inefficace ; ils étaient surexcités à un point qu'ils devenaient menaçants ; car, malgré tous les traitements au virus, les épis tombaient chaque jour plus nombreux ; sur plusieurs champs on comptait facilement ceux qui restaient debout. Plus tard nous fûmes menacé d'être passé à tabac (*sic*) pour n'avoir pas voulu indiquer des adresses où on pourrait se procurer de la noix vomique. Nous étions quand même resté fidèle au nouveau traitement devenu classique, malgré que depuis quelque temps notre confiance commençât à s'ébranler. Ce fut donc sous la pression de l'opinion publique que l'administration se vit obligée de céder et de prendre des mesures pour prévenir les accidents qu'on entrevoyait de toutes parts, craintes qui étaient exagérées comme on le verra. Les traitements n'étaient pas encore commencés que nous avions entre les mains une pétition d'un groupe de chasseurs affirmant en post-scriptum qu'on avait trouvé des moutons et des porcs empoisonnés.

A la séance du Conseil d'hygiène à laquelle nous avions été prié d'assister, nous protestâmes contre l'emploi des poisons, et là nous eûmes une discussion assez vive avec un de nos meilleurs amis, qui, du reste, nous a rendu justice depuis, comme nous l'avons fait nous-même vis-à-vis de lui. Une commission, à laquelle nous fûmes adjoint, présidée par M. le Dr Mabille, directeur de l'asile de Lafond, composée de MM. Bernard, ancien pharmacien militaire, et Guillemin, docteur en pharmacie, fut chargée d'étudier les dangers que présentait la noix vomique pour le gibier, qu'on avait à cœur de protéger. Des poules, des faisans, des

Digitized by Google

pigeons, des lapins, des perdrix furent soumis à l'expérience ; les travaux de cette commission, qui ont une réelle valeur scientifique et qui mériteraient les honneurs de la publicité, conduisirent aux mêmes conclusions que celles déjà connues de Nothnagel et Rossback, que les gallinacés ont une résistance telle à la strychnine qu'on pourrait presque les considérer comme réfractaires.

Un correspondant *of the Chemist and Druggist* écrit ce qui suit eu égard à la strychnine : « Dans mon registre des poisons, je trouve un client qui eut, le 2 octobre 1883, deux douzaines de pilules de 1/8 de grain chaque, (0,0081 gr.), le 10 octobre, une douzaine de pilules de 1/2 grain chaque (0,0324), et le 4 novembre, deux douzaines de pilules de 1/4 de grain chaque (0,0142) Elles furent données chaque fois par tiers dans une journée à un coq malais qui était paralysé, il guérit et gagna le prix à Cristal-Palace. »

Pendant qu'on faisait le traitement dans la commune de Benon, les faisans suivaient les hommes qui faisaient l'épandage du grain, ils mangeaient à volonté ; on ne trouva aucun cadavre. Cependant, il y a une vieille légende qu'il est bon de ramener à sa valeur réelle. Une compagnie de neuf perdrix fut levée par un chasseur de l'arrondissement de La Rochelle, ce chasseur les poursuivit ; mais quel ne fut pas son étonnement, lorsqu'il les aborda de nouveau : elles étaient mortes ! Quelques jours après, à Saint-Jean-d'Angély, encore une compagnie de neuf perdrix, etc. A Saintes, même légende. Le chiffre neuf était un chiffre fatidique. C'est là un curieux hasard, mais on ne citait ni le nom des chasseurs, ni l'endroit ; c'était

Digitized by Google

toujours là-bas. Il est probable qu'il y a eu des perdrix empoisonnées par des grains *arseniqués ou phosphorés* qui avaient été répandus avant que l'usage de la noix vomique ne se fût généralisé.

Nous nous sommes trouvés en présence d'une objection qui paraissait irréfutable à ceux qui la faisaient. Pourquoi voulez-vous que la noix vomique, qui est un poison des plus violents, ne tue pas les gallinacés ? A cela nous répondons que le singe et le hérisson comme le coq offrent une immunité relative contre la strychnine. Chez le cheval, 1 à 3 kilogrammes de tabac sec ne produisent que du dégoût et une évacuation urinaire copieuse, tandis que chez les bovidés une feuille suffit pour provoquer l'empoisonnement. C'est qu'en effet les races diffèrent par leur pathologie comme elles diffèrent par leur morphologie et leur physiologie. La susceptibilité à la morphine est plus grande chez les Européens que chez les peuples inférieurs. De légères différences entre animaux de même race ont parfois les conséquences pathologiques les plus inattendues. Les porcs blancs sont tués par le *lachnanthes tinctoria* qui leur colore les os en rose et leur fait tomber les onglons ; les porcs noirs s'en nourrissent impunément (Darwin). De même les moutons noirs peuvent manger sans danger l'hypericum crispum, qui tue les moutons blancs. Les moutons pyrénéens mangent sans inconvénient les feuilles du quercus tosa, qui tue les moutons importés (Simon, *Accoutumance aux médicaments*, Congrès de Lille). De même la morphine, qui endort les Européens et agit sur les nègres, produit chez les Malais des phénomènes d'excitation qui les poussent vers l'homicide.

Digitized by Google

Malgré tout, de prétendus chroniqueurs scientifiques ont affirmé que le manque de gibier, de perdrix surtout, provenait des empoisonnements par la noix vomique. Que ne fait-on pas passer sous le couvert de la science, mot magique, dit Frary, dans son *Démagogue*, qui fait passer les marchandises les plus frelatées? Il est probable et même certain que les traitements, quels qu'ils soient, ont contribué à détruire le gibier, parce qu'on a détourné un très grand nombre de couveuses. Dans les départements où il n'y a pas eu de campagnols, qu'est-ce qui a provoqué la disparition du gibier?

Ce malheureux département de la Charente-Inférieure s'est couvert d'opprobres ; c'est ainsi que, le vendredi 10 novembre 1905, on lisait dans un des journaux les plus répandus de la capitale : « En certaines régions, notamment dans les Charentes, on a fait usage de la noix vomique, mais ce produit a donné lieu à plusieurs mécomptes, car il était aussi nuisible aux campagnols qu'aux oiseaux et pouvait être dangereux pour les oiseaux de basse-cour. » Mais plus loin on conseillait l'emploi de l'arsenic, c'est-à-dire du poison le plus dangereux pour les oiseaux de toute espèce. On a même dit qu'on avait engraissé des campagnols avec la noix vomique ; ceux-là ne savaient probablement pas qu'il suffit de 0 gr. 00005 de strychnine pour tuer une souris du poids de 25 grammes.

Revenons aux expériences de la commission d'hygiène. Une perdrix préféra se laisser mourir de faim plutôt que de manger du blé empoisonné par la noix vomique. Deux autres de ces oiseaux mangèrent cha-

Digitized by Google

cun une dizaine de grains dans les 24 heures, sans être incommodés. Il en fut de même pour une poule. Un lapin préféra manger le papier sur lequel il reposait, ainsi que les barreaux de sa cage ; pressé par la faim, il mangea en une journée douze grains empoisonnés ; il eut quelques convulsions, mais il survécut. Lorsqu'on servit du grain frais, tous ces animaux se jetèrent dessus avec avidité. Voici un phénomène psychologique digne d'être cité : Deux perdrix, dont une avait ingéré une solution de sulfate de strychnine titrée jusqu'à effet, et l'autre, encore neuve, furent placées chacune dans une cage, côte à côte. Lorsque celle qui n'avait pas été soumise à l'action du poison picorait pour manger le grain préparé qu'on lui avait servi, la seconde poussait un cri particulier comme pour prévenir sa voisine du danger, et celle-ci cessait de manger. Nous ne voulons pas faire de sentimentalisme, ni discuter sur l'intelligence des animaux ; cependant, le fait est digne de remarque, et nous laissons aux philosophes observateurs le soin de l'interpréter. Il est incontestable qu'à l'état de nature, les animaux sont toujours à côté de substances dangereuses ; ils ne connaissent ni la chimie ni la botanique, et cependant ils savent éviter le danger.

Quant aux pigeons et aux canards, il était bien facile, en présence d'une telle calamité, de les tenir enfermés. On prescrit bien la fermeture des colombiers à une certaine époque de l'année.

Le discrédit du virus était devenu tel qu'après que la commission du conseil d'hygiène eut déposé son rapport, les maires des communes envahies furent tous convoqués à La Rochelle, tous, sans exception, optèrent

Digitized by Google

pour la noix vomique et rejetèrent le virus. Pourquoi cette unanimité ?

Un fait ignoré jusqu'ici montrera plus que toute dissertation la valeur des objections contre la noix vomique.

A la suite d'un article publié dans un journal de Paris, on découvrit qu'il y avait un trust de la noix vomique, et qu'un personnage bien en vue de la Charente-Inférieure y était intéressé. On s'empressa de venir nous glisser ce scandale dans le creux de l'oreille. Afin de ne pas laisser égarer les suppositions, nous dirons immédiatement que cette personne n'appartenait pas au Conseil général. Pour quiconque a la moindre idée du marché de la noix vomique, il est facile de comprendre qu'un trust est matériellement impossible. Il est vrai qu'il y a eu des abus ; des vendeurs peu scrupuleux ont fait payer jusqu'à 250 francs les cent kilos, alors qu'au maximum on ne devait pas dépasser 120 francs. La marchandise s'était faite rare sur le marché, ce qui n'empêche pas que les communes qui s'étaient syndiquées ne payèrent que 73 francs. Quel que soit le prix payé, on avait au moins la marchandise, tandis que certaines bouteilles, une fois 19 sur 24, n'avaient jamais été remplies ni bouchées, ailleurs 6 sur 24, etc., et celles qui étaient pleines n'avaient pas grande valeur ; consultez ceux qui les ont employées.

Le plus grand des griefs qu'on a fait à la noix vomique, c'est de détruire les petits oiseaux, les chantres de nos bocages, ces précieux auxiliaires de l'agriculture ; aujourd'hui on cherche à protéger ces êtres sans défense, et c'est avec raison, car, comme tous les êtres

Digitized by Google

vivants, ils ont droit à la liberté. Un bocage qui n'est pas animé par le gazouillement des oiseaux est un cœur sans amour ou un bal sans musique. Si nous les avions détruits pour le plaisir de les détruire, on pourrait nous incriminer. Laissons de côté la poésie et examinons le côté utilitaire sans parti pris.

Il y a aujourd'hui moins d'oiseaux qu'il n'y en a jamais eu. La cause de leur disparition est la conséquence des progrès culturaux et des améliorations apportées au réseau de nos différentes voies de communication. Cependant, nous ne voyons plus ces invasions d'insectes qui, à différentes reprises, vers la fin de l'avant-dernier siècle et au commencement du dernier, détruisirent en tout ou en partie les récoltes diverses ; même en 1856, les céréales eurent beaucoup à souffrir, en France, d'une invasion de cécidomyes. Pourquoi sommes-nous moins éprouvés par les insectes ? Toute personne qui s'est occupée de cette question sait fort bien que c'est principalement par des procédés culturaux qu'on combat et même qu'on prévient les invasions. Les insectes ne se développent pas directement, à quelques exceptions près, sur les récoltes, mais bien sur les plantes adventices qui se trouvent dans les terrains vagues, aux abords des champs cultivés. On sait très bien que le seneçon favorise le développement de l'altise, sur lequel elle vit aussi bien et même mieux que sur les crucifères et les polygonées ; les taupins se plaisent sur les ombellifères, y compris les ciguës. Tout en reconnaissant les services que nous rendent les oiseaux, nos récoltes seraient vite détruites, si nous n'avions qu'eux pour nous défendre.

Digitized by Google

C'est dans le monde des insectes même que nous devons chercher nos meilleurs amis, nos meilleurs protecteurs; on ne saurait trop s'attacher à protéger certaines espèces qui, par leur voracité ou leur parasitisme, empêchent le développement des espèces nuisibles. Sans parler des carabides qui sont tant à l'état de larves qu'à l'état d'insectes parfaits presque tous carnassiers et excellents chasseurs, nous ne devons pas ignorer les nombreux ichneumons qui viennent pondre soit sur les œufs, soit sur les larves des insectes nuisibles. Ces petits animaux, par leurs dimensions, sont des proies faciles ; par leurs couleurs plus ou moins chatoyantes, ils attirent l'attention de leurs ennemis naturels, les oiseaux. Le cèphe des céréales n'a pas de pire ennemi que le pachymerus calcitrator ; l'ichneumon stipulæ, le platygaster, différentes espèces d'empis dévorent la cécidomye, qui fit tant de ravages en 1856.

Et M. Bazin dit en parlant des cécidomyes :

« Leur multiplication excessive sera même ordinairement le présage de leur prochaine disparition, grâce à l'intervention des parasites. C'est le résultat d'une loi générale souvent observée dans l'étude des insectes. Le développement inquiétant de certaines espèces est arrêté par l'action destructive d'autres espèces nées pour les combattre. L'étyorinque qui endommage les vignes n'est-il pas arrêté dans son développement par les cerceris, qui, pour nourrir leurs larves, apportent plusieurs insectes, tels que sétoines apions, etc. ? Lorsqu'on fouille dans les nids des cerceris des sables, on est surpris du nombre considérable d'insectes qu'on y trouve. »

Digitized by Google

Curtis dit en parlant des parasites des insectes :

« Leurs services sont incessants et inappréciables, et c'est une loi de la nature qu'à mesure que le fléau se répand, les parasites dont ils sont la proie augmentent d'autant et même davantage jusqu'à ce que le mal ait disparu » (page 385. édition 1883). Les différentes espèces d'aphis n'ont pas d'ennemis plus dangereux que certaines pentatomes et coréines, les araignées, différents coléoptères ; les larves des coccinelles, des syrphides, sucent impitoyablement les pucerons les uns après les autres ; un repas de 20 à 30 victimes n'est qu'un jeu pour une larve à maturité ; elle fait d'ailleurs un bon nombre de repas semblables dans la journée, car elle ne se repose que dans le milieu du jour. Et Curtis, déjà cité, dit avec raison : « J'encouragerai maintenant les agriculteurs à mieux connaître les instruments donnés par la Providence pour soumettre une tribu d'insectes qui, sans leurs parasites, pourraient, comme les plaies d'Egypte, couvrir toute la terre. » Tout récemment encore, n'avons-nous pas vu l'aphis papaveris résister aux différents traitements et ne disparaître que sous l'action de divers insectes parasites, entre autres les larves de coccinelles. Nous pourrions ainsi passer en revue toute l'entomologie agricole ; à côté de chaque espèce nuisible, nous trouverions son ennemi. Est il permis d'accorder aux oiseaux l'intelligence nécessaire pour discerner les bons et les mauvais ? Combien de larves de coccinelles les oiseaux ne détruisent-ils pas, alors que, par une observation superficielle, nous sommes tentés de supposer qu'ils dévorent le puceron lanigère auquel ils ne touchent jamais !

Digitized by Google

Nous ne conclurons cependant pas de cette étude sommaire qu'il faut détruire les oiseaux. Loin de là, nous demandons au contraire qu'on les protège, et les gastronomes devraient aussi, de leur côté, faire quelques sacrifices, car il n'y a aucune raison pour qu'on détruise la caille et la perdrix qui ne sont pas tuées par la noix vomique, alors que ces deux espèces, essentiellement carnassières, se nourrissent aussi de larves et d'insectes parfaits. Les perdrix rendent les plus grands services dans les vignes, et ceux qui refusent de s'incliner devant une nécessité impérieuse, comme dans le cas des campagnols, pour être logiques, devraient aussi renoncer à leurs exploits cynégétiques afin de conserver à l'agriculture un de ses meilleurs auxiliaires. Sans se chercher noise réciproquement, examinons la situation avec sang-froid, ne nous payons pas de mots, laissons la lyre aux poètes, la strychnine aux campagnols, et reconnaissons que le mal fait d'un côté, si toutefois mal il y a, est largement compensé par le bien qui nous vient d'ailleurs.

Les oiseaux empoisonnés par la noix vomique devenaient un danger public, et la preuve, c'est que les journaux de Paris avaient annoncé que le colportage du gibier avait été interdit dans le département de la Charente-Inférieure pendant la durée des traitements. Pour interdire le colportage du gibier, il fallait fermer la chasse, l'un ne va pas sans l'autre ; or, jamais interdiction de ce genre n'a existé. C'est de ce côté qu'il y a eu un véritable trust à la baisse, car les perdrix se vendaient à peine un franc ou un franc cinquante la paire. Les alouettes trouvées mortes ont été mangées, personne n'en a été incommodé ! Une brave

Digitized by Google

vieille femme, vivant de la charité publique, a déclaré que jamais elle n'avait fait si bonne chère que pendant les huit jours qu'avaient duré les traitements aux alentours de son habitation.

On pourra se rendre compte de la valeur de toutes les accusations qui ont été portées contre la noix vomique lorsqu'on saura qu'il a été publié qu'on avait ramené à la vie des oiseaux et des lièvres empoisonnés en leur faisant prendre du lait ; les toxicologistes, les médecins seront sans doute heureux d'apprendre que le lait est le contrepoison de la strychnine, voilà la Faculté prise en défaut.

Un jour, nous demandions à une personne quelle était la raison pour laquelle elle avait pris une position si agressive contre l'emploi de la noix vomique, elle nous répondit simplement: Cela m'avait été conseillé ; je serais à le refaire, je le referai ; voilà une conviction assise sur des bases scientifiques solides. Souhaitons que la récompense d'une telle obéissance passive ne se fasse pas longtemps attendre ; plaçons cette attitude à côté des *couvées* de campagnols qui avaient été observées, sans donner la couleur ni la dimension des *œufs*, et nous aurons terminé notre étude.

A.-W. DUBOURG.

Digitized by Google

LA NOIX VOMIQUE

Communication faite à la Séance de Janvier 1905

PAR

MAURICE SOENEN

PHARMACIEN

A LA ROCHELLE

La désastreuse invasion des campagnols a tout à coup placé au premier plan un produit peu connu et inemployé dans nos contrées : la noix vomique.

Tout le monde aujourd'hui s'intéresse à ce produit, suprême espoir de nos campagnards, qui en ont répandu et vont en répandre encore plusieurs centaines de milliers de kilos sur les terrains envahis.

Qu'est-ce que la noix vomique ? Où se trouve cette graine ? Y en a-t-il beaucoup ? Les pharmaciens, supposés compétents sur ce sujet, ont été interrogés. Ils ont fait appel à leurs souvenirs d'école et à leurs traités de matière médicale, mais les renseignements qu'ils ont pu donner ont été forcément très vagues, car rien de précis n'a été publié.

Certes, les auteurs s'étendent sur la coupe microscopique et l'étude chimique de la noix vomique. Tout a

Digitized by Google

été dit là-dessus, et ce n'est pas ce dont je veux entretenir aujourd'hui la Société des Sciences naturelles.

Mais il m'a paru intéressant d'acquérir sur la noix vomique d'autres renseignements.

La production, la récolte, le commerce et les usages de cette drogue m'ont semblé des points d'étude correspondant à l'intérêt qu'on lui porte.

Je me suis documenté et renseigné dans les pays producteurs et les grands ports d'importation, et ce sont les renseignements puisés à ces sources qui m'ont permis de faire cette communication.

Origine et production. — La noix vomique est produite par un arbre de la famille des loganiacées : le vomiquier, appelé aussi arbre à noix vomique.

Le vomiquier est extrêmement répandu dans les pays orientaux : le Nord de l'Australie, la Cochinchine, Ceylan, l'Assam, la Birmanie, et surtout dans l'Inde.

C'est un bel arbre, d'apparence imposante. Il fleurit de mars à mai et se couvre à l'automne de nombreux fruits, verts d'abord, puis prenant à leur maturité une belle couleur jaune. Les feuilles sont décidues, c'est-à-dire tombent très vite. L'époque de leur chute est cependant variable. Dans l'Inde, elle survient à la fin de la saison froide, en Birmanie pendant la saison chaude.

A leur maturité, les fruits du vomiquier ont la forme d'une poire. Ils sont constitués par une sorte de pulpe molle contenant de nombreuses graines rondes et plates, de couleur gris verdâtre. Ce sont ces graines qui constituent la drogue appelée noix vomique.

Récolte. — La récolte des noix vomiques commence

Digitized by Google

dans certaines régions au mois de novembre et continue au fur et à mesure de la maturité des fruits jusqu'au mois de mars. Cette année, la récolte a été un peu tardive et n'a commencé qu'en décembre.

Les concessionnaires envoient dans les forêts les indigènes chargés de cueillir les fruits. Comme la pulpe n'est pas utilisée commercialement, on débarrasse par le lavage les graines de cette pulpe, puis on les met en tas au soleil pour les faire sécher, en ayant soin de remuer de temps en temps les tas.

On obtient ainsi des noix vomiques de belle qualité, très propres, d'aspect argenté.

Mais les indigènes de certaines tribus ramassent souvent sans scrupule les noix vomiques rejetées de leur pulpe par les oiseaux et les singes, car ces animaux, nous le verrons tout à l'heure, mangent la pulpe du fruit du vomiquier.

Aussi trouve-t-on souvent, sur certains marchés européens, des noix vomiques terreuses et sales, beaucoup moins prisées que celles obtenues par cueillette et lavage.

Commerce. — Le commerce de ces noix est très grand et se fait surtout dans l'Inde. La noix vomique est comprise dans les productions ordinaires des petites forêts situées sur les monts de l'Est, particulièrement dans les districts du Gange, Godavari et Nellore.

Le droit de récolte est vendu chaque année au plus offrant, et l'acquéreur a une surface de territoire nettement déterminée pour exercer ce droit. Certaines maisons s'engagent alors, vis-à-vis des concessionnaires, à acheter toutes leurs graines.

Digitized by Google

Sur les hauts talus du Godavari, la récolte annuelle atteint environ 200,000 kilos par an. Les plateaux du Travancore surtout produisent des noix renommées pour leur apparence et leur qualité.

Ces graines de la côte de l'Est, connues sous le nom de noix vomique de Cocanada, trouvent un débouché dans le port de Cocanada, d'où elles sont envoyées dans les ports d'exportation: Cochin, Calcutta, Madras, Aleppy et Bombay.

Cochin fait un commerce considérable de noix vomiques. Pendant le mois d'octobre, on serait surpris de voir les immenses tas de graines, assorties de qualités, séchant au soleil dans les cours de la maison Volkart frères.

Une fois bien sèches, les noix vomiques sont embarquées à destination des Etats-Unis, de l'Angleterre ou de l'Allemagne.

Les deux grands marchés européens sont Londres et Hambourg. Quelques autres ports achètent de petites quantités de noix vomiques.

On classe ces noix en quatre catégories : les noix de Cochin, de Tellichery, de Madras et de Calcutta. Les deux premières sortes sont préférées, car elles comprennent des graines grosses et bien propres. Les autres sont des noix terreuses.

La plus grande partie des noix importées est employée pour en extraire la strychnine. Il y a des fabricants en Allemagne, en France et en Angleterre. Les Etats-Unis d'Amérique fabriquent aujourd'hui beaucoup de ce produit. La strychnine américaine est très prisée à cause de sa pureté.

Un écrivain du journal indien *The Capital* pro-

Digitized by Google

posait récemment, comme une entreprise profitable, étant donné le bas prix de la matière première, de fabriquer la strychnine sur les lieux de récolte ; mais il paraît que des difficultés insurmontables rendraient au contraire cette entreprise impossible.

Le prix d'achat de la noix vomique varie, dans l'Inde, de 5 à 10 francs les 100 kilos. En temps normal, on la vend sur les marchés de Londres et Hambourg de 18 à 24 francs les 100 kilos. Les quantités énormes employées pour la destruction des campagnols ont fait récemment hausser le produit, qui était coté 60 à 65 francs les 100 kilos. Mais cette hausse a peu duré; déjà les prix ont beaucoup baissé, étant donné la facilité avec laquelle on a pu faire venir de l'Inde de nouveaux approvisionnements.

Les prix que je viens d'indiquer sont pour des noix entières. Le broyage ou le râpage constituent une manipulation coûteuse, dont le prix s'ajoute à celui de la matière première.

Il y a peu de choses à dire sur l'emploi de la noix vomique en Europe. On utilise en médecine soit les noix vomiques en nature, soit des préparations obtenues avec ce produit, soit enfin les alcaloïdes qui en sont retirés.

Elle sert aussi communément dans certains pays pour la destruction des taupes, mulots et autres animaux nuisibles. Nous savons qu'occasionnellement cette année son emploi a été considérable.

Mais j'ai recueilli sur les usages de la noix vomique aux Indes des renseignements fort curieux et fort originaux.

Les indigènes de l'Inde, notamment les peuplades

Digitized by Google

du Gange et du Malabar, reconnaissent à la noix vomique les plus sérieuses vertus prophylactiques contre les morsures de serpents.

Tennent, une autorité bien connue à Ceylan, dit que les émigrants du Malabar croient que les graines de goda-kudiru (noix vomique), prises d'une façon habituelle, agissent comme préventif contre la morsure du cobra. Aussi les coolies de la côte indienne s'habituent-ils à manger une graine par jour, dans le but d'acquérir l'immunité. Mais il faut un temps très long avant qu'une personne puisse s'accoutumer ainsi à consommer journellement une graine de noix vomique sans conséquences nuisibles. Cela représente en effet environ 2 à 3 centigrammes de strychnine.

On recommande, pour s'accoutumer, de commencer par une 64e partie de graine le premier jour, doubler le deuxième et augmenter ainsi graduellement pour arriver à la consommation d'une graine entière. On recommande aussi de mâcher la graine dans du bétel.

Un auteur indien raconte comment on prépare, au Malabar, un remède infaillible contre les morsures de serpents.

Une ouverture est faite dans le tronc d'un moringa bien sain ou dans un raifort. Une graine de noix vomique enveloppée de cotonnade blanche est insérée dans le trou, qui est ensuite hermétiquement clos avec le morceau enlevé. Au bout de 80 à 90 jours, le trou est ouvert et l'on trouve la graine réduite en poudre. Cette poudre est prescrite par petite dose et agit d'une façon merveilleuse contre le venin. Du moins, c'est ce qu'affirme l'auteur de ce remède.

Toutes les parties du vomiquier, bois, écorce, feuille,

Digitized by Google

graine, sont employées aux Indes dans la médecine indigène. Les noix finement broyées et mélangées avec de l'huile de Néem forment un remède tonique et astringent communément administré. Une décoction de feuilles est employée dans la paralysie et l'inflammation rhumatismale. L'écorce forme le principal ingrédient d'une huile médicamenteuse très employée en applications locales contre les éruptions syphilitiques et autres. Avec les graines fraîches, on prépare une huile essentielle administrée comme aphrodisiaque. Ajoutons que les usages si répandus de ce végétal éminemment toxique ne sont pas sans causer de fréquents accidents.

Mais il n'y a pas que les indigènes qui fassent usage du vomiquier et de ses produits. Certains animaux en mangent volontiers. Les oiseaux, notamment les perroquets et les corbeaux, et certaines espèces de singes mangent la pulpe du fruit et la graine, mais on a remarqué que ces animaux s'accoutument peu à peu à la consommation des graines, de façon probablement à acquérir l'immunité contre les effets du poison.

Les bestiaux évitent les fruits du vomiquier, mais ils broutent les pousses et les feuilles très jeunes, c'est-à-dire lorsque ces parties n'ont pas encore de trop grandes proportions d'alcaloïdes toxiques.

Les graines du vomiquier semblent avoir été introduites dans la médecine par les Arabes, qui auraient appris les usages de la drogue par les Nairs, tribu primitive vivant sur la côte Sud-Ouest de l'Inde. Chez ces tribus, en effet, les usages du vomiquier semblent avoir été connus de tous temps.

Les noix vomiques furent introduites en Europe au XVIe siècle, et en Angleterre vers le milieu du XVIIe.

Digitized by Google

Digitized by Google

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE LA ROCHELLE

25 NOVEMBRE 1905.

Un léger mouvement de tremblement de terre s'est fait ressentir dans l'Ouest de la France. Des constatations nombreuses ont été publiées ; il m'a semblé utile de les grouper autour de l'observation que j'ai pu faire moi-même.

J'étais à mon bureau, au troisième étage, lorsqu'un bruit sourd pareil au déchargement d'un tombereau plein de pavés se fit entendre, accompagnant un ébranlement assez accusé. Je compris immédiatement qu'il s'agissait d'un tremblement de terre et tirai vivement ma montre. Grâce à cette circonstance je pus suivre la marche du phénomène avec attention et noter l'heure exacte. Je la convertis peu après en heure de Paris, en confrontant les indications de ma montre avec celles de l'horloge de la Bourse du commerce à La Rochelle. Cette horloge est en effet réglée sur Paris.

Le phénomène commença à 10 h. 57 m. 52 s., temps moyen de Paris, et se termina à 10 h. 58 m. 6 s. Il dura donc exactement 14 secondes. Deux secousses furent ressenties, la seconde plus forte que la première. Deux petites trépidations très faibles furent également sensibles entre 11 heures et midi, mais il n'est pas impossible qu'elles fussent dues à des causes autres qu'un mouvement sismique.

L'absence de sismographe n'a pas permis de déterminer exactement toutes les circonstances du phéno-

Digitized by Google

mène; toutefois autant que le mouvement oscillatoire du bec de gaz suspendu au-dessus du bureau a permis de le remarquer, le plan des oscillations était orienté dans la direction N.-N.-O.—S.-S.-E.

La première oscillation lança le bec-suspension vers le N.-N.-O.

Une petite boussole, toujours auprès de moi, et sur laquelle je contrôlais aussitôt la direction, ne décela aucune perturbation magnétique.

A la poste, où je me rendis, on ne s'était aperçu de rien, soit à cause du bruit occasionné par la circulation dans les rues voisines de l'immeuble, soit en raison à cette heure-là de l'affluence du public. Toujours est-il que les appareils télégraphiques n'ont accusé aucune perturbation. Nul courant tellurique.

Dans le port comme dans le canal de Marans, la vase remonta à la surface de l'eau, révélant une agitation du fond.

A Rochefort-sur-Mer, une note de l'Observatoire de la Marine — également dépourvu de sismographe — donne une confirmation précieuse aux observations précédentes. L'heure est moins précise, mais la même, 10 h. 57 pour le commencement du phénomène. La direction du mouvement ne diffère pas beaucoup et encore l'observateur se défend-il d'une exactitude rigoureuse. Il a trouvé N.-O.—S.-E. Il a de plus remarqué le grondement sourd et constaté au baromètre enregistreur deux oscillations verticales de $1^{m}/^{m}$ 5. Toutefois il a trouvé un mouvement moins long : 2 secondes. Si l'appréciation a été faite après coup, rien de bien étonnant à cela, car on se trompe facilement si on n'a pas une montre en main. D'ailleurs,

Digitized by Google

dans ces conditions, on remarque le phénomène quand il est déjà très avancé.

A Saint-Jean-d'Angély, M. Robert a signalé le phénomène au bulletin de la Société astronomique de France : Heure initiale du phénomène, 10 h. 57, grondement souterrain, direction S.-S.-O.—N.-N.-E., deux secousses. Rien sur la durée du mouvement. L'auteur ajoute qu'un cheval très doux donna des signes insolites de frayeur *deux* minutes avant le mouvement sismique.

Nous avons peine à reconnaître là un phénomène de prévision instinctive; dû à une action inconnue, et précédant le mouvement lui-même, car un autre cheval, dans la même écurie, resta parfaitement calme. Le palefrenier duquel l'auteur tient l'observation a rattaché le premier fait au second, sans probablement qu'il y ait entre les deux autre chose qu'une corrélation d'heure.

Faut-il ajouter que le même jour, mais à 3 h. 45 du soir, une secousse suivie de frémissements très sensibles a été ressentie en Angleterre, à Manchester et à Salford.

D'autre part, le lendemain matin 26, à 7 h. 15 m. à Florence, à 7 h. 40 à Monteleone en Calabre, à 7 h. 45 à Naples. la terre a tremblé.

Abbé A. FANTON.

N. B. — Il y a peut-être lieu de remarquer que ces tremblements de terre se manifestent après des pluies torrentielles et prolongées et de rattacher ces mouvements sismiques à la théorie des effondrements de M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi.

Digitized by Google

Digitized by Google

ACTION DE LA STRYCHNINE

SUR

QUELQUES ANIMAUX COMESTIBLES

J.-H. GUILLEMIN, *rapporteur*.

Au moment où le département de la Charente-Inférieure fut envahi par les campagnols, une commission prise parmi les membres du conseil d'hygiène et composée de : MM. Dr Mabille, Bernard et Guillemin, fut adjointe à M. le professeur départemental d'agriculture Dubourg pour rechercher si les volailles ou gibiers, qui avaient absorbé du blé empoisonné par la noix vomique, étaient susceptibles d'être un danger pour la santé des personnes qui les auraient mangés.

Les expériences auxquelles se livra cette commission durent être rapidement menées, car le danger, s'il y en avait un, était immédiat, et la réponse à faire devait être fournie aussitôt que possible.

C'est de ces expériences, succinctement relatées, que nous allons essayer de tirer quelques conclusions : mais, avant de les exposer, il est bon de rappeler que les savants ne sont point d'accord sur la nocuité possible de la viande des animaux empoisonnés par la strychnine ; admise par les uns, tels que Tessandier, Heu et Bonnard, elle est niée par Lusset, qui s'appuie

Digitized by Google

sur ses propres observations et sur celles de Feser, Harms et Frohner.

Procédés d'empoisonnement.

Nous avons usé pour l'empoisonnement des animaux de deux procédés : le premier, employé par nos agriculteurs, consiste à faire bouillir un kilo de noix vomique pulvérisée ou râpée pendant vingt minutes dans six litres d'eau auxquels on ajoute ensuite six litres de blé, et l'on continue l'ébullition en agitant le tout jusqu'à ce que l'eau soit absorbée complètement. On a pris le soin dès le début d'ajouter dix grammes d'acide tartrique dans le but d'aider la solution de la strychnine. (Alcaloïde très peu soluble dans l'eau.) Dans ces conditions, le grain de blé est en partie entouré comme d'une gangue de poudre de noix vomique (1).

Pour le deuxième procédé d'empoisonnement, nous avons eu recours à la solution d'un sel de strychnine plus employé en médecine vétérinaire, c'est-à-dire le sulfate.

Expériences.

Empoisonnement par la solution de sulfate de strychnine.

Quatre poules et un faisan reçoivent des doses différentes de solution de strychnine.

---

(1) *Mode d'emploi modifié postérieurement aux expériences relatées.* — Faire bouillir, pendant une heure ou une heure et demie, un kilog. de noix vomique, avec dix grammes d'acide tartrique, dans dix litres d'eau. — Jeter ensuite le liquide bouillant sur dix litres de blé ou d'avoine concassée, et remuer jusqu'à l'absorption complète du liquide par les grains. — Cette dose de un kilog. de noix vomique suffit pour traiter un hectare de terrain.

Digitized by Google

La première poule, du poids de 730 gr., reçoit 4 milligr. 8 de sel par kilo d'animal et par goutte de 1/2 minute en 1/2 minute. Vingt-cinq minutes après le début de l'administration, l'animal est atteint d'accès de dyspnée intermittents, respiration incomptable à ce moment, tremblement des membres. L'animal refuse de marcher.

La deuxième poule, du poids de 832 gr., est d'une autre race. Elle reçoit, elle aussi, 4 milligr. 8 de sulfate de strychnine par kilo d'animal, et à aucun moment elle ne présente de phénomènes d'intoxications.

La troisième poule, du poids de 880 gr., reçoit 1 centigr. 13 de sulfate de strychnine par kilo d'animal et présente les mêmes phénomènes d'intoxication que la première poule : dyspnée, tremblement dans les membres, refus de se tenir sur les pattes.

La quatrième poule, du poids de 680 gr., reçoit 2 centigr. 9 de solution de sulfate de strychnine par kilo d'animal, et cinq minutes après elle présente les mêmes phénomènes de dyspnée que les poules nos 1 et 3, puis, aussitôt atteinte d'une crise convulsive, épileptiforme, se dresse sur ses ergots, saute sur ses pattes raides et tombe sur le côté. Remise sur ses pattes, les convulsions tétaniques recommencent et se succèdent jusqu'à la mort, qui se produit onze minutes après le début des phénomènes d'intoxication.

Un faisan, du poids de 885 gr., reçoit 1 cent. 69 de solution de sulfate de strychnine par kilo d'animal ; cinq minutes après se déclare la dyspnée et vingt-cinq minutes après commencement des convulsions tétaniques.

Pendant deux heures et demie, les crises tétaniques

Digitized by Google

se reproduisent, soit spontanément, soit provoquées par attouchement ou par un bruit violent et subit.

Après chaque convulsion, l'animal est voisin du coma, mais finalement il se tire d'affaire, après être resté abattu pendant 48 heures.

Empoisonnement par le blé bouilli avec la noix vomique.

La dose de strychnine brute qui a été calculée contenue par kilo de noix vomique correspond à 11 gr.

Une poule, du poids de 1,095 gr., reçoit par gavage un certain nombre de grains de blé contenant 2 centigr. de strychnine et présente alors les mêmes phénomènes que la poule n° 3 : dyspnée, démarche saccadée pendant une heure.

Un faisan, du poids de 740gr., ayant reçu 4 centigr. 4 par kilo d'animal, ne présente que de l'abattement.

Un perdreau, du poids de 703 gr., reçoit 7 centigr. 6 par kilo d'animal, refuse de marcher simplement, ne présente ni dyspnée, ni aucun phénomène d'intoxication.

Un perdreau, du poids de 135 gr., reçoit 3 centigr. 25 par kilo d'animal ; presque aussitôt il présente les phénomènes de dyspnée, tremblement des membres inférieurs, puis convulsions tétaniques intermittentes pendant une 1/2 heure.

Il ne paraît ensuite aucunement indisposé.

Voici donc une poule, un faisan et deux perdreaux qui ont reçu des quantités relativement formidables de sel de strychnine et qui n'ont cependant présenté que des phénomèmes excessivement légers d'intoxication.

Digitized by Google

Nous signalons ce fait dès maintenant, car l'interprétation en est encore inconnue. Ces doses, en effet, auraient dû amener la mort inéluctable et rapide.

Mais voici une nouvelle série d'expériences qui reste à l'état de problème non encore résolu.

Un moineau, du poids de 18 gr., reçoit 3 centigr. 6 par kilo d'animal ; il ne meurt qu'une heure après et subitement au moment où on lui donne deux gouttes d'eau à boire.

Un moineau pesant 22 gr. reçoit 3 centigr. 5 par kilo d'animal, 8 minutes après : dyspnée, tremblement pendant quelques minutes et retour à l'état normal. Si, trois heures après, on lui administre deux 1/2 grains de blé seulement, il est pris immédiatement d'une crise tétanique violente qui dure cinq minutes et se termine par la mort.

Un pigeon, du poids de 258 gr., reçoit 4 centigr. 26 par kilo d'animal avec quelques gouttes d'eau, pendant deux heures et demie, l'animal ne présente aucun phénomène ; si, après ce laps de temps, on lui administre une nouvelle quantité de grains de blé, presque immédiatement les convulsions tétaniques se déclarent, intermittentes, violentes, spontanées ou provoquées et finalement mort après dix minutes de crise.

Un deuxième pigeon de 275 gr. reçoit 1 centigr. 6 par kilo d'animal. Pendant trois heures, il ne présente aucun phénomène et, si à ce moment on lui administre une nouvelle dose, il est atteint de petits tremblements, puis crises tétaniques comme le précédent, avec mort analogue.

Enfin, un perdreau du poids de 143 gr., ayant reçu 6 centigr. de strychnine par kilo d'animal, ne présen-

Digitized by Google

tera que de l'abattement avec tremblement léger des pattes. Ces phénomènes seront passagers. Si, trois heures après, on lui administre une nouvelle dose de toxique, il présentera les phénomènes classiques de l'intoxication : convulsions tétaniques répétées, spontanées et mort.

Il semble bien réellement que les premières doses de grains de blé empoisonnés soient restées chez tous ces animaux, pour ainsi dire, sans effet, ou tout au moins n'ont pu produire qu'un malaise en somme passager, sans réaction caractéristique de l'empoisonnement, et ils se seraient tirés d'affaire rapidement si, quelques heures après, on ne leur avait administré une nouvelle dose de poison. C'est ici que le phénomène semble inexplicable, car cette seconde dose n'a pas le temps d'agir que déjà l'animal présente tous les symptômes classiques du poison tétanique et meurt.

Les autopsies des animaux morts ont été faites, et dans le jabot de chacun d'eux nous avons retrouvé plus de 4/5 des grains ingérés, absolument indemnes, c'est-à-dire qu'une faible quantité de la première ingestion avait été absorbée et que le restant semblait immobilisé dans cet organe.

Les corps des animaux morts ne présentaient aucune trace apparente d'intoxication : ni marbrure, ni décoloration, ni surcoloration, ni raideur cadavérique exagérée, et c'est là un fait important à signaler, car la croyance populaire était à ce moment que tout animal trouvé mort, ne présentant pas de tache à la peau, n'était pas un animal intoxiqué, et par conséquent pouvait être mangé.

Digitized by Google

Expériences de blé bouilli avec la noix vomique donné à discrétion.

Sept animaux ont été soumis à un jeûne de 24 heures pour ceux qui n'avaient pas encore été sujets, ou de 48 heures après leur retour apparent à l'état normal, pour ceux qui avaient déjà été intoxiqués.

Dans ces conditions, nous nous sommes assurés que tous avaient bon appétit et c'est alors que nous leur avons offert à discrétion le blé empoisonné par la noix vomique. Nous avons cru, en agissant ainsi, et pour terminer nos expériences, nous placer dans les conditions normales dans lesquelles ces divers animaux sont susceptibles de se trouver lorsqu'ils rencontrent en plein champ ou dans les jardins le blé empoisonné répandu à profusion, mais à destination des campagnols.

Une poule adulte, du poids de 885 gr., reçoit l'offre d'une certaine quantité de grain empoisonné ; comme elle est à jeun depuis 24 heures, elle se précipite sur la pâture, en avale rapidement dix-huit environ, puis son enthousiasme tombe ; cependant le jabot et le gésier réclament et ce n'est plus que par un ou deux grains à la fois qu'elle déjeune.

Une heure après le début de l'expérience, la poule se couche sur le ventre, elle paraît triste, tout comme les perdreaux, les poules sus-cités, qu'ils aient été empoisonnés par la solution de sulfate de strychnine ou par les grains empoisonnés. Ce n'est qu'à contre-cœur et poussée par une baguette qu'elle se déplace pour se recoucher aussitôt, et pendant 48 heures elle se maintiendra dans cet état, en absorbant de temps

Digitized by Google

en temps, mais rarement, un à deux grains recélant le poison.

Au bout de 48 heures elle cesse complètement de manger, continue à être triste et abattue ; cependant, de temps en temps, elle se remet sur ses pattes et si, à ce moment, nous lui offrons du grain sain, c'est gloutonnement, voracement qu'elle l'absorbera, tout en faisant entendre une sorte de petit gloussement de contentement. Aurait-elle donc su reconnaître le grain nocif du grain régénérateur ?

L'histoire des deux perdreaux peut se résumer en deux mots, mais chacun des sujets présente une caractéristique différente.

Le perdreau de 135 gr. se conduit absolument comme la poule, et ayant absorbé 50 grains, c'est-à-dire 11 milligr. ou 8 cent. 25 par kilo d'animal, il ne présente d'autre phénomène que de l'abattement, de la tristesse et se couche sur le ventre pendant des heures. Il n'a même pas de dyspnée. A partir de ce moment, il ne mange plus et si, douze heures après, nous lui offrons du grain sain, tout comme la poule, il se jette dessus, avec, pour chacun, un plaillement manifeste de satisfaction.

Le second perdreau de 103 gr., beaucoup plus sauvage et plus défiant, ne touche pas un seul des grains empoisonnés qu'on a mis à sa disposition.

Le pigeon adulte agit tout comme la poule et la perdrix, absorbe une trentaine de grains en 48 heures, sans autre phénomène que de l'abattement ; elle ne mange ensuite le grain sain qu'avec méfiance.

Les deux faisans agissent comme les deux perdreaux; l'un, sauvage, ne touche à rien; l'autre, moins vif, met

Digitized by Google

48 heures pour absorber une petite quantité de grain empoisonné, qui lui donne les mêmes phénomènes de tristesse, et tous deux absorbent avidement le grain sain qu'on leur offre par la suite.

Enfin le lapin.

Après un jeûne de 24 heures, il mange rapidement quelques grains empoisonnés, puis s'arrête et semble ne point vouloir continuer; une feuille de chou réveille son appétit, mais c'est avec méfiance qu'il absorbe à nouveau quelques grains.

Si à 11 h. 38 il a été servi, à 1 h. 10 il éprouve une crise; couché sur le côté, il a quelques convulsions des pattes qui durent cinq minutes, une demi-heure après, nouvelle crise, véritable convulsion dans les pattes d'abord, dans l'arrière-train ensuite, finalement généralisée pendant une demi-heure.

Il se relève, s'accroupit sur le ventre et refuse de marcher quand on le pousse. Le soir, toute sa vigueur est revenue, mais ce n'est plus le grain empoisonné qu'il mange, c'est le carton de sa mangeoire et l'osier de sa cage. Dorénavant, il ne veut plus toucher au grain empoisonné, et si quelques heures plus tard on lui offre une nourriture saine : carottes, chou ou grain sain, il ne s'arrêtera de manger qu'après avoir tout dévoré.

Conclusions.

Et d'abord deux animaux de même espèce peuvent avoir des susceptibilités absolument différentes s'ils ne sont pas de même race, telles que la poule n° 1 et la

Digitized by Google

poule n° 2, ayant absorbé la même quantité de sulfate de strychnine.

Nous pouvons dire qu'il faut un minimum de 18 milligr. de sulfate de strychnine par kilo d'animal pour tuer un faisan ou une poule, que, proportionnellement, pigeons, moineaux et perdreaux sont moins susceptibles que la poule, puisqu'il a fallu 2 centigr. seulement par kilo d'animal pour celle-ci, afin d'obtenir en cinq minutes des accidents toxiques, tandis que les autres ont supporté de 3 à 7 centigr. pour présenter les mêmes phénomènes. Ensuite, peut-être la chose la plus importante que notre travail a relevée, c'est que, contrairement aux assertions de Tabourin et de Tessandier, les poules, pigeons, moineaux, ne présentent, après la mort, aucun phénomène apparent d'empoisonnement.

Vous verrez tout de suite l'importance qu'il y aurait à faire connaître ce manque absolu de distinction entre un animal mort naturellement ou mort empoisonné par la noix vomique.

Nous ne nous appesantirions pas tout particulièrement sur ce point si, nous reportant uniquement à nos expériences, nous concluions, comme elles nous le permettent, qu'un animal à l'état de jeûne depuis 24 heures n'est pas susceptible de s'empoisonner, quand il n'a à sa disposition que du grain empoisonné par la noix vomique.

Cependant, nous pouvons dire, après les autopsies faites, qu'aucun des animaux que nous avons traités, à savoir : poules, moineaux; pigeons, perdreaux, faisans, lapins, ne sont susceptibles, s'ils ont été dépouillés

Digitized by Google

préalablement de tous leurs organes viscéraux, d'occasionner une intoxication chez l'homme.

Nous pourrons dire aussi que, si l'on a trouvé des moineaux, alouettes, et, en particulier, des campagnols empoisonnés par des grains bouillis avec la noix vomique, c'est que la petite quantité qu'ils absorbent dès le début, deux, trois ou quatre grains en une seule fois, suffit à occasionner leur mort, car, proportionnellement au poids d'animal, ce sont des doses relativement considérables et qui ont un effet foudroyant.

Que, de plus, campagnols, rats et souris ont une susceptibilité tout à fait particulière aux poisons strychniques. Par opposition, nous pouvons tirer cette conclusion : que les animaux les plus gros, pigeons, poules, perdreaux, faisans, lapins, qui, eux, n'absorbent pas la dose toxique du premier jet, sont rendus suffisamment malades par cette dose pour que l'abattement et l'inappétence envers le produit toxique les empêchent d'aller jusqu'à la dose qui occasionnerait leur mort.

Digitized by Google

Digitized by Google

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

1902-1906.

Bureau.

Président, M. Bernard (O ✻, O. ❁).

Vice-Présidents. { M. L.-E. Meyer (I ✠). / M. Jousset.

Secrétaires..... { M. Guillemin (✠, ✠, ✠). / M. Soenen.

Conservateur : M. G. Bernard (O ✻).

Conservateur-adjoint : M. Ch. Basset.

Bibliothécaire-archiviste : M. Carrière (A ✠).

Trésorier, M. E. Couneau (✻ A ✠).

M. Bernard est chargé du Muséum Fleuriau (Sciences naturelles et paléontologie du département, et du musée d'ostéologie).

Membres titulaires.

MM. Babut, Eug., banquier.

Basset, négociant.

Bergerat, pharmacien.

Bernard (O ✻, O ❁), pharmacien principal de 1re classe en retraite.

Berteaud (✻), directeur des cont. direct. (retraité).

Bobrie, docteur-médecin.

Digitized by Google

MM. Boutiron (✠), docteur-médecin, conseiller général, à Saint-Xandre.
Brard (✻, I ✠), docteur-médecin.
Brossard, pharmacien.
Cailloux, pharmacien de 1re classe.
Carrière (I. ✠), pharmacien honoraire.
De Commines de Marsilly, à Paris.
Condamy, P. (A ✠), fils, docteur-médecin.
Corbineau (A ✠, ❁), architecte.
Couneau (✻, ✠), greffier du tribunal civil.
Delmas, Julien, propriétaire.
Dollot (A ✠), correspondant du Muséum, à Paris.
Dubourg (O ❁), professeur départemental d'agriculture.
Eury (❁), pharmacien.
Fanton, directeur au grand séminaire.
Farran (A ✠), propriétaire, à Aytré.
Faustin fils, (✠), armateur.
Fleury (✠), pharmacien, à Marans.
Fournier, prof., direct., du laboratoire municipal.
Gatau, négociant.
Guillaud (✻, I ✠), professeur à la faculté de Bordeaux, Saintes, conseiller général.
Guillemin (✠, ✠, ✠), pharmacien.
Guillemot, secrétaire général à la Préfecture.
Hillairaud, docteur-médecin.
Jousset père, pharmacien, Rochefort.
Jousset fils, étudiant.
Laurent (✠), docteur-médecin.
Léridon, armateur.
Martin (✠), imprimeur.
Martin, docteur-médecin.
Meyer, Eugène (I ✠), courtier maritime.
Modelski (✻), ing. en chef des ponts et chaussées.
Moreau (C ✻), général du Génie en retraite.

Digitized by Google

MM. Musset (I ✪), bibliothécaire de la Ville.
D'Orbigny (✻, ✪, ✠), conseiller général, armateur.
Périer fils (✪), courtier.
Périer père (✪), courtier.
Pineau, docteur-médecin.
Rouvier (O ✻, ❁), prop., sénateur, conseiller général, Surgères.
Rouy (✻), botaniste, Asnières (Paris).
Senné (✻), archiviste.
Soenen, pharmacien de 1re classe.
Turpain, prof. à la faculté des sc. de Poitiers.
Vieljeux, armateur.
Vivier, Alfred (I ✪, O ✠), juge honoraire.

Digitized by Google

Membres Agrégés.

BERNARD, inst. au Bois (île de Ré).
BOUCHERIE, Michel, Chez-Merlet, com. de Bresdon, canton de Matha.
BOURON, Rochefort.
BUROT (✱, I ✠), Dr à Rochefort.
COMBES, Dr, sénateur, Président du Cons. gén. à Pons.
COUILLIAUX, juge de paix, St-Genis.
DELABARRE, Saujon.
DE SAINT-MATHURIN, St-Jean d'Angély.
MANÈS, Ad. (✱), cap. retr. Saujon.
MURE (✱), Surgères.
PARENTEAU.
PICHEZ (A ✠, ☙, MC), docteur en médecine.
ROMIEUX (O ✱), capitaine de frégate, Rochefort.
SIMON, receveur de l'enr., Rochefort.
TESSERON, instituteur en retraite, Crazannes.
VIGER, instituteur, à Dompierre-s/-mer.
VIVIER, Alphonse, avocat, à Cognac.

Membres Correspondants.

ALLENET (✱), officier de marine, Rochefort.
ALLENET (✱), lieutenant-colonel en retraite, Poitiers.
BARINE, Arvède, (madame Ch. Vincens), Paris, 24, avenue Wagram.
BAUDOUIN, pharmacien, Cognac.
BÉDART (✱, ✠, ✠), prof., à Lille.
BEDART, docteur, Bordeaux.
BAUDRY, docteur, prof. à la Faculté de médecine, Lille.
BERGERET, pasteur à Vitré, Deux-Sèvres.
BERNARD, Aug., Poitiers.
BERTHAUD, prof. de physique, Mâcon.
BOIZOT (I ✠), prov. du Lycée, Mâcon.
BONJEAN, Félix, Lyon.
BOULANGIER, ing. des ponts et chaussées.
BOULLAND, H., docteur, Limoges.
BOUQUET DE LA GRYE (C ✱), ing. hyd. en chef de 1re classe en retraite, membre de l'Institut, 8, rue de Belloy, Paris.
BOVET, Alfred, Montbéliard.
CAMPEAU, J.-R.-E., président de l'Institut français-canadien, Ottawa.
CAMUS, pharmacien, Paris.
CASTAN (✱), officier d'artillerie.
CHABERT (O ✱), médecin principal 1re classe en retraite, à Chambéry (Savoie).
CHAMPENOIS, inspecteur des forêts.
CHARLET, Luze (Basses-Pyrénées.)
CHARTRON, recev. de l'enr. Luçon.
CHAUVET, notaire, Ruffec.
CLARET, docteur, Vannes.
COSTE, Paris.
COURÇONNAIS (I ✠), inspecteur d'académie, Limoges.
CRAHAY DE FRANCHIMONT, (✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 43, rue Saint-Pétersbourg, Paris (18e).
DANGEARD, prof. Faculté, Poitiers.
DASSY, préparateur de physiologie à la Faculté de médecine, Paris.
DE CESSAC (✠), Guéret.
DE GRESSOT (O ✱), général d'artillerie.

Digitized by Google

DANGIBEAUD, Edouard (O ✻), s-directeur honoraire de la marine, Paris.
DELAVAUD (O ✻, I ⦿, C ✻, ✠), Insp. hon. serv. de santé, 85, rue de la Boëtie, Paris.
DELAVOIE, sous-ingénieur, Rochefort.
DELHOMEL, 40, rue de Verneuil, Paris.
DES MESNARDS, docteur, 19, rue St-Vivien, Saintes.
DOCTEUR, A., négociant, Bordeaux.
DROUET, Troyes.
DROUINEAU, G. (A ⦿), inspect. général des serv. admin. au minist. de l'Int., 105, rue N.-D.-des-Champs, Paris.
DUANY-SOLER, docteur, directeur de l'asile départemental, Niort.
DUFFORT, pharmacien, Angoulême.
DUPRÉ (✻, I. ⦿), inspecteur d'académie, Paris.
ECK, André, pharm. Nogent-sur-Marne.
, F. (☎, ✻), méd. princ. de 1re cl. 1e corps.
INES, docteur, Perpignan.
RNIER, A., cons. histoire nat., Niort.
ORIT, pharmacien, Nantes.
LLES, conseiller de préfecture honor.
AMIN, instit., à Piedblanc, près Niort.
ARIEL (C ✻), inspect. gén. des ponts et chaussées, m. de l'Académie de médecine, prof. à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy, Paris.
AUDRY, Albert (C ✻, I ⦿), m. de l'Instit., Paris.
GAUTIER, L., docteur, Melle.
GIARD (✻), memb. de l'Instit., prof. à la Sorbonne, 14, rue Stanislas, Paris.
LLOT, docteur, Autun.
RAUDEAU, docteur, Pau.
GOOD, Paul, docteur, La Mothe-St-Héray.
GUILLON (✻), dir. Cont. indir., en retraite, Angoulême.
GYOUX, docteur, Bordeaux.
HUGUES, Edm. (O ✻, I ⦿), sous-Préfet aux Andelys.
HY, (abbé), Angers.
JOUAN (O ✻, I ⦿), cap. de vaisseau, en retraite, Cherbourg.
JOURDAIN (⦿), docteur ès-sciences, Paris.
JOUSSET, docteur, Lille.
JOUSSET DE BELLESME (✻, I ⦿), 41, rue de Valois, Paris.
LABEYRIE (⦿), insp. primaire, Tulle.
LALANDE, Ph., Brives.
LATASTE, à Cadillac-s/-Garenne (Gironde).
LAVENTURE (A.), instituteur à Chérac.
LEENHARDT, (docteur René), 7, rue Marceau, Montpellier.
LEGOUIS, prof. de zool., éc. norm. Paris.
LETELLIER, prof. Alençon.
LIÉNARD, Verdun.
LORIOL (de) P., géol. chalet des Bois, par Crassier, Suisse.
LOURDE, ancien pasteur, Castres.
LY-CHAO-PÉE (A ⦿, ✻), mandarin et lettré chinois, attaché à la mission scientifique, Paris.
MALINVAUD, 8, rue Linné, Paris.
MAIRAND, empl. des ponts et chaus., Niort.
MANTOVANI, Paul, naturaliste, Rome.
MANTOVANI, G., naturaliste, Rome.
MARÇAIS, 19, rue Ninau, Toulouse.
MAUFRAS, E., Beaulieu, par Bourg-s/-Gironde (Gironde).
MAZURE (✻, I ⦿), insp. d'acad. en retraite.
MILA DE CABARIEU, H. (O ✻, I ⦿), ancien préfet, Cabarieu (Tarn-et-Garonne).
MOULLADE, (✻) Alb., pharmacien princ. de 1re classe, Marseille.
MOULLADE, pharmacien au Puy.
NICOLLON.
ODIN, direct. du labor. de zool. marine, 10, quai Franqueville, Sables-d'Olonne.
PAPIER, Hippone.
PERRIER, Edm. (C ✻, I ⦿), memb. de l'Instit., dir. du muséum, 57, rue Cuvier, Paris.
PERSONNAT, Victor, receveur des cont. indir., Château-Thierry.
PIÉTRE, professeur à Oran.
PIOLET, cap. au long cours, pilote du canal à Ismaïlia (Egypte).
PORTAL (baron de), Louis, à Montauban.
RAMONET, ag. ad. de la marine, Ruelle.
RICHEMOND (Adolphe de), pasteur, à Vançais (Deux-Sèvres).

Digitized by Google

ROCHEBRUNE (A. de) doct., aide-nat. au muséum, Paris.
ROUSSEAU, Ph., instituteur, La Verrière de Bruffierie (Vendée).
ROUXEL (I ✠), prof. de physique.
SABATIER, Armand, (✱, I ✠), doyen de la Faculté des sciences, Montpellier.
STÉPHANI.
SURINGAR, W.-E.-R. (O ✱), prof. Université, Leyde.
TASLÉ (✱), ancien notaire, Vannes.
TILLET, Paul, professeur d'histoire naturelle, Villeneuve-sur-Saône.
TRIGANT de BEAUMONT, (Madame), botaniste.
VENDRIÈS, attaché au ministère de l'Instruction publique, Paris.
VIAUD-GRAND-MARAIS, docteur, Nantes.
VAN DEN CRUYSSEN, P. (✠), 16, rue de La Mothe-du-Pin, Niort.
VINCENS (O ✱), sous-directeur honoraire du ministère de l'intérieur, 24, avenue Wagram, Paris.
VINCENT, pharmacien, Angoulême.
WŒLFFLE, agent-voyer d'arrondissement, Civray.
ZAVODNY, Dr, D. Brenntegasse, 24, à Prague, Bohème.

Digitized by Google

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

FRANCE.

Paris	Ministère de l'instr. publique, comité des travaux scientifiques. (Envoi de 5 volumes d'*Annales*.)
id	Musée Guimet (1 exemplaire d'*Annales*).
Aix	Académie des sc., agric., arts et b.-lettres, Bouches-du-Rhône.
Alais	Société scientifique et littéraire.
Amiens	Société linnéenne du nord de la France.
Angers	Société d'études scientifiques.
id	Société d'agriculture, sciences et arts.
id	Société industrielle et agricole du Maine-et-Loire.
id	Société d'horticulture du Maine-et-Loire.
Autun	Société d'histoire naturelle.
Auxerre	Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
Bayonne	Société des sciences et arts.
Beaune	Société d'histoire, d'archéologie et de littérature.
Belfort	Société d'émulation.
Béziers	Société scientifique, archéologique et littéraire.
Bône	Académie d'Hippone.
Bordeaux	Académie des belles-lettres, sciences et arts.
id	Société linnéenne.
id	Société des sciences physiques et naturelles.
id	Société d'anthropologie du Sud-Ouest.
id	Société archéologique.
Bourg	Société des sciences naturelles et d'archéologie de l'Ain.
Bourg	Société des naturalistes de l'Ain.
Brest	Société académique.
Brives	Société scientifique, histor. et archéo. de la Corrèze.
Carcassonne	Société d'études scientifiques de l'Aude.
Châlons-sur-Marne	Société d'agriculture, sciences et arts de la Marne.
Chambéry	Académie des sciences, lettres et arts de Savoie.
Cherbourg	Société des sciences naturelles.
Dax	Société de Borda.
Draguignan	Société d'études scientifiques et archéologiques.
Grenoble	Académie delphinale.
Guéret	Société des sciences naturelles et archéol. de la Creuse.
Le Hâvre	Société nationale hâvraise d'études diverses.
id	Société des sciences et arts, agricoles et horticoles.
Langres	Société historique et archéologique.
id	Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
Le Puy	Société d'agriculture, sciences et arts.
id	Société agricole et scientifique de la Haute-Loire.
Levallois-Perret	Association des naturalistes de Levallois-Perret (Seine).
Lille	Société géologique du Nord.

Digitized by Google

Limoges..... Société Gay-Lussac.
id..... Société de botanique.
Lyon..... Société d'agriculture et d'histoire naturelle.
id..... Société littéraire, historique et archéologique.
Le Mans..... Société historique et archéologique.
Marseille..... Société scientifique Flammarion.
Montauban..... Académie des sciences, belles-lettres et arts.
id..... Société archéologique.
Montbéliard..... Société d'émulation.
Montpellier..... Académie des sciences.
Moulins..... Revue scientifique du Bourbonnais ; M. Ollivier, directeur.
Nantes..... Société académique.
id..... Société des sciences naturelles.
Nice..... Société des lettres et sciences.
Nîme..... Académie du Gard.
id..... Société d'études des sciences naturelles.
Niort..... Société de statistique.
id..... Société de botanique.
id..... Bibliothèque scientifique de l'Ouest.
Paris..... Association française pour l'av. des sc., 28, rue Serpente.
id..... Ecole polytechnique.
id..... Société géologique de France, 28, rue Serpente.
id..... Société zoologique de France, 28, rue Serpente.
id..... Société botanique de France, 84, rue Grenelle-Saint-Germain.
id..... Bibliothèque de l'Université, à la Sorbonne.
id..... Minist. de l'instr. publ., commis. du répert. de bibliogr. scient.
Pau..... Société des sciences et lettres.
Perpignan..... Société agricole, scientifique et littéraire.
Privas..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Reims..... Académie.
id..... Société d'études des sciences naturelles.
Rennes..... Bibliothèque de l'Université.
Rochechouart..... Société des amis des sciences.
Rochefort..... Société de géographie.
Rouen..... Société des amis des sciences.
Saintes..... Commission des arts et monuments historiques.
Sens..... Société archéologique.
St-Etienne..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Toulon..... Académie du Var.
Toulouse..... Académie des sciences, incriptions et belles-lettres.
id..... Société d'histoire naturelle.
id..... Société archéologique du Midi de la France.
id..... Bibliothèque de l'Université, 2, rue de l'Université.
id..... Société Franco-Hispano-Portugaise.
id..... Société des sciences physiques et naturelles.
id..... Société de botanique, rue Ninau.
Troyes..... Société académique d'agriculture et sciences de l'Aube.

Digitized by Google

Vannes..... Société polymathique du Morbihan.
Verdun..... Société philomatique.
Versailles..... Société des sciences naturelles et médicales.
id..... Société des sciences morales, lettres et arts.
Vesoul..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Vitry-le-François... Société des sciences et arts.

ALSACE-LORRAINE.

Colmar..... Société d'histoire naturelle.
Metz..... Société d'histoire naturelle de la Moselle.
Strasbourg..... Société d'horticulture de la Basse-Alsace.
id..... Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.

ALLEMAGNE.

Brême..... .. Société des sciences naturelles.
Brunswick..... Société d'histoire naturelle.
Giessen..... Société d'histoire naturelle et médicale.
Koenisberg..... Société physico-économique.
Halle-sur-Saale..... Académie impériale des naturalistes.
Landshut..... Société botanique de la Bavière.

ANGLETERRE.

Londres.. ..... British museum (natural history), Cromwell road.
Manchester..... . Société littéraire et philosophique.

AUTRICHE.

Vienne..... Musée d'histoire naturelle, 1, Burgriny.
Prague..... Société entomologique de Bohème.

BELGIQUE.

Bruxelles..... Société royale malacologique.
id..... Société royale de botanique.

CANADA.

Montréal..... Société d'histoire naturelle.
id..... Société historique de Montréal.
Ottawa..... Institut Canadien-français.
Québec..... Université Laval.
Toronto..... Canadian institute.
Halifax..... Nova scotian institute of sciences.

CHILI.

Santiago..... Société scientifique.

Digitized by Google

ETATS-UNIS.

Cincinnati..... Office of the Lloyd Museum and Library, 224, West Court street.
Davenport..... Académie des sciences naturelles.
New-Haven..... Académie des sciences et arts de Connecticut.
New-York..... Société historique.
Philadelphie..... Société philosophique américaine.
Topeka..... Société historique du Kansas.
id..... Académie des sciences.
St-Louis, M O.. .... Missouri botanical Garden.
Washington..... Société géologique ; Smithsonian institution.
id. D. C..... Société des régents de l'institution Smithsonienne.
id. D. C..... Bureau d'éthnologie.
Manille (Philippines).. Académie des sciences.

LUXEMBOURG.

Luxembourg..... Société de botanique.
id..... Société des naturalistes luxembourgeois.

MEXIQUE.

Tacubaya..... .... Observatoire astronomique.

NORWÈGE.

Christiania..... Université royale.

PORTUGAL.

Lisbonne..... Société royale des architectes et des archéologues portugais.

RUSSIE.

Helsingfors..... Société zoologique et botanique de Finlande.
Kiew..... Société des naturalistes.
Moscou..... Société impériale des naturalistes.

SUÈDE.

Goteborg..... Société royale des sciences et belles-lettres.
Stockholm..... Académie royale des belles-lettres, d'histoire et d'antiquités.
Upsal..... Institut géologique de l'Université d'Upsal.

SUISSE.

Berne..... Bibliothèque de la société bernoise des sciences naturelles.
id... ..... Société des sciences naturelles.
id..... Société des naturalistes.
Fribourg..... Société friburgeoise des sciences naturelles.
Genève..... Société de physique et d'histoire naturelle.
Lausanne..... Société des sciences naturelles.
Neuchâtel..... Société des sciences naturelles.
Chambézy..... Herbier Boissier (M. Beauverd, conservateur).

URUGUAY.

Montevideo..... Musée national de Montevideo.

Digitized by Google

TABLE

Pages.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences naturelles pendant les années 1902-1905..... 5

Nécrologie..... 23

La matière radiante et le radium, conférences par M. A. Fournier..... 29

Invasion des campagnols dans la Charente-Inférieure, par M. A.-W. Dubourg..... 79

La noix vomique, communication par M. M. Soenen.. 105

Le tremblement de terre de La Rochelle (25 novembre 1905), par M. l'abbé A. Fanton..... 113

Action de la strychnine sur quelques animaux comestibles, par M. J.-H. Guillemin..... 117

Liste des membres et des Sociétés correspondantes.. 129

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

LA CHARENTE-INFÉRIEURE

Digitized by Google

La Société des Sciences naturelles
a été reconnue établissement d'utilité publique
par décret du 4 septembre 1852.

Digitized by Google

ACADÉMIE DE LA ROCHELLE

SOCIÉTÉ

DES

SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

ANNALES DE 1906 ET 1907

N° 35

LA ROCHELLE
IMPRIMERIE E. MARTIN, RUE DE L'ESCALE, 20

1907

Digitized by Google

Digitized by Google

COMPTE RENDU

DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

D'APRÈS LE REGISTRE DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉE 1906

BUREAU

Président : M. Bernard.

Vice-Présidents. { M. Meyer. M. Jousset.

Trésorier, M. Couneau.

Secrétaire, M. Guillemin.

Secrétaire adjoint, M. Soenen.

Conservateur, M. Bernard.

Conservateur adjoint, M. Basset.

Bibliothécaire, M. Carrière.

M. Leplanquais, armateur à La Rochelle, a été élu membre de la Société des sciences naturelles.

Digitized by Google

Dix séances ont été tenues pendant l'année 1906, assidûment suivies par les membres de la Société. Nous donnons ci-dessous un résumé succinct des travaux et des communications les plus importants exposés au cours de ces séances :

Février. — M. Musset présente à la Société des sciences naturelles de très curieux objets provenant des fouilles archéologiques du souterrain de Macqueville (Charente-Inférieure).

Mars. — M. Musset communique deux registres d'un sieur Lamberts, qui habitait La Rochelle au XVIIIe siècle et a consacré 25 années de sa vie à noter jour par jour tout ce qui se passait d'intéressant dans notre ville. Il a notamment mentionné sur ces registres toutes les observations météorologiques journalières qu'il a pu faire, ainsi que des faits intéressant l'histoire naturelle.

M. Meyer analyse quelques articles très documentés sur le développement des papillons et la vitesse du vol des hirondelles.

Avril. — M. Musset, au cours de ses recherches dans les anciens textes, a trouvé la preuve qu'il existait, autrefois, un important commerce de tortues dans notre région.

Il communique à ses collègues plusieurs documents sur ce sujet. MM. Carrière et Bernard fournissent également des renseignements sur l'existence des tortues dans notre pays.

Mai. — M. Dubourg analyse et commente un intéressant travail de M. Jamesson, sur l'assimilation de l'azote de l'air par les plantes. Ce travail détruit complètement, par ses données, les théories physiologiques sur le rôle de la chlorophylle admises jusqu'ici.

M. Musset entretient la Société des travaux à faire

Digitized by Google

pour l'élaboration de tableaux à apposer dans les communes et destinés à indiquer aux touristes tout ce qu'il y a d'intéressant à voir. L'idée de M. Musset a reçu la haute approbation du Touring-Club de France.

M. Musset communique des lettres du botaniste rochelais Bonpland que lui a envoyées le Dr Hamy, puis montre à ses collègues une hache en silex récemment découverte dans notre région et remet à la Société un petit herbier des mousses d'Europe.

Juin. — Communication de M. Soenen sur les haricots toxiques dits « Haricots de Java ». Notre collègue montre de nombreux spécimens de ces dangereuses graines et fait constater le dégagement d'acide cyanhydrique, cause des accidents observés. Les pouvoirs publics se sont émus de l'apparition de ces haricots sur les marchés de France et en ont prohibé la vente.

Octobre. — M. Turpain fait une intéressante communication sur une application des miroirs tournants pour la mesure de très petites vibrations lumineuses.

M. Bernard présente un exemplaire du Bacillus Gallicus (Charpentier) ou Phasma Gallicum, orthoptère de la famille des Mantes omis dans la faune vivante de Beltrémieux ; puis il fait une communication sur un insecte hémiptère hétéroptère qui ravage cette année les choux, radis, navets, etc. M. Bernard croit pouvoir affirmer qu'il s'agit du Pentatome orné (Pentatoma Ornata), qui vit aux dépens des crucifères dont il suce la sève.

Novembre. — La Société s'entretient de la publication de la *Flore de France*, puis M. Musset présente à ses collègues divers objets gallo-romains trouvés par lui à Saint-Pierre-d'Oleron.

Décembre. — Notre collègue, M. Dollot, fait hom-

Digitized by Google

mage à la Société de son intéressant volume sur le sous-sol parisien.

M. Dubourg fait une communication sur les nouvelles théories de la combustion alimentaire et sur les conséquences que l'on peut en tirer dans la pratique pour la nourriture des animaux.

Excursions. — Deux excursions ont été faites pendant l'année 1906 par la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure. La première avait pour but la visite de la beurrerie et de l'école de laiterie de Surgères, ainsi que des nouvelles usines à caséine. Les excursionnistes étaient nombreux. Ils ont vu à Surgères des choses très intéressantes attestant le développement intense de l'industrie laitière dans notre région, dont les récentes applications de la caséine vont encore favoriser l'essor.

La deuxième excursion eut lieu à Brouage et aux environs de cet ancien port, où de nombreuses curiosités historiques et archéologiques retinrent l'attention des visiteurs.

ANNÉE 1907

BUREAU

Président, M. Bernard.

Vice-Présidents, { M. Meyer. / M. Jousset. }

Trésorier, M. Couneau.

Secrétaire, M. Guillemin.

Secrétaire adjoint, M. Soenen.

Conservateur, M. Bernard.

Conservateur adjoint, M. Basset.

Bibliothécaire, M. Carrière.

Digitized by Google

Membres admis pendant l'année : MM. Faideau, professeur à l'école J.-B. Say, à Paris, et Conor, armateur à La Rochelle.

Les séances de la Société ont été régulièrement suivies chaque mois et nous pouvons citer, parmi les travaux et communications les plus intéressants :

En *février*, une étude analysée par M. Bernard sur les lamproies et leur habitat, puis une communication de M. Cailloux sur un cas très curieux d'œuf anormal. Cet œuf de poule, dont l'aspect extérieur ne révélait rien de particulier, renfermait au milieu de l'albumine un autre petit œuf normalement constitué.

A la séance de *mars*, une place toujours fidèlement occupée reste vide : c'est celle qu'occupait M. Jousset, Vice-Président de la Société, décédé à Rochefort. La disparition de cet estimé collègue est vivement regrettée par tous les membres de notre compagnie. M. le Président a adressé sur sa tombe un dernier adieu à l'ami disparu.

La séance est consacrée aux questions de météorologie.

Avril. — La mort frappe dans nos rangs. Après M. Jousset, nous perdons M. d'Orbigny, maire de La Rochelle, membre de la Société depuis 1878, dont le nom, en rappelant celui de l'illustre naturaliste rochelais, jetait un éclat sur notre compagnie.

Au cours de la séance d'avril, M. Bernard présente quelques oiseaux et poissons rares naturalisés, qui viennent enrichir nos collections.

M. Meyer analyse et commente un intéressant article sur la culture de la pomme de terre en Alsace et en Allemagne.

M. Eury signale la découverte récente d'une nouvelle falsification des farines par addition de talc, falsifi-

Digitized by Google

cation qui devait par la suite faire couler beaucoup d'encre et montrer jusqu'où va l'audace des fraudeurs.

Mai. — Il est donné connaissance du legs de M. d'Orbigny en faveur du Musée départemental d'histoire naturelle entretenu par notre Société. 10,000 fr. ont été légués par le généreux donateur, dont les intérêts seront affectés au Musée.

Au cours de la séance, on s'occupe de la publication de la *Flore de France* et de la Commission de météorologie.

Juin. — M. Meyer communique une étude intéressante sur la fabrication et l'emploi d'une rogue artificielle dont la vulgarisation rendrait de grands services aux pêcheurs.

M. Couneau donne d'intéressants détails sur la photographie des couleurs et la conférence des frères Lumière, à Paris, à laquelle il assistait.

M. Dubourg communique l'intéressant travail publié dans ces annales.

Juillet. — M. Eury fait part du travail d'un de nos jeunes concitoyens, M. Lancien, sur le molybdate d'uranium. Ce travail a été communiqué à l'Académie des Sciences le 17 juin 1907.

M. Bernard analyse ensuite diverses études importantes.

Août et *septembre* sont des mois de vacances pendant lesquels les séances sont suspendues.

Octobre. — La correspondance s'est accumulée depuis la dernière séance et les tables sont surchargées de nombreux volumes, revues, publications diverses, adressés à notre Société.

Des félicitations sont votées à notre savant collègue, M. Turpain, pour sa nomination de professeur à la chaire de physique de la Faculté de Poitiers.

Digitized by Google

M. Bernard donne lecture d'un travail extrêmement intéressant et documenté de M. Sauvageau, sur la cause du verdissement des huîtres et la culture de ce mollusque.

M. Musset présente un curieux document sur la vente des eaux minérales au XVIIIe siècle ; c'est un certificat de provenance de l'eau des Fontaines d'Availles-Limouzine (Vienne). Il remet également quelques coquillages destinés à prendre place dans nos collections.

En dehors des travaux qui ont occupé nos séances, nous devons signaler, comme une preuve de l'activité de la Société des sciences naturelles, la conférence faite à l'Oratoire par M. Turpain, sur l'air liquide. Cette conférence, à laquelle assistait un brillant auditoire, fut une très belle manifestation scientifique. Notre savant collègue captiva l'attention par sa parole et par des expériences très réussies qui montrèrent les étonnantes découvertes de la chimie moderne.

MAURICE SOENEN
Secrétaire adjoint

Digitized by Google

Digitized by Google

DE L'ALIMENTATION

DES

ANIMAUX DOMESTIQUES

Digitized by Google

Digitized by Google

I

Définitions. — Composition du corps animal.

On désigne sous le nom d'aliment toute substance qui, introduite dans l'appareil digestif, est susceptible de fournir les éléments nécessaires à la réparation des tissus, à l'entretien de la chaleur animale et à l'accroissement de l'individu tant que son développement est incomplet.

On dit qu'un aliment est complet, lorsqu'il contient tous les éléments qui font partie des tissus animaux.

L'analyse chimique a démontré que les principes élémentaires qui entrent dans la composition du corps de l'animal sont les mêmes que ceux qui font partie constituante des plantes, des fourrages. Quelques-uns de ces éléments, tels que le chlore, le sodium, ne sont pas indispensables pour le végétal ; tandis que l'animal ne saurait vivre à l'état de santé parfaite si l'un ou l'autre de ces corps faisait défaut. La plante sert donc de trait d'union entre le règne minéral et le règne animal ; elle semble douée de propriétés absorbantes pour des substances qui lui sont indifférentes afin de les emmagasiner au profit du règne animal. Les dents et le tissu osseux contiennent des traces de fluor ; on ne saurait dire, dans l'état actuel de nos connaissances, quel est le rôle physiologique de ce corps, non plus que celui de la silice dans les plumes, la laine et les poils.

Toute substance végétale, comme toute substance animale, peut être divisée en deux parties : 1° la partie combustible, qui appartient exclusivement à la partie

Digitized by Google

organique; 2° la partie incombustible ou partie minérale, qu'on retrouve dans les cendres.

La partie combustible comprend les matières azotées et les matières grasses. Les principes azotés albuminoïdes, protéïques, gélatinoïdes et la substance cornée ont une composition qualitative à peu près semblable. Les albuminoïdes constituent la base de la substance musculaire et nerveuse, et de la plus grande partie des éléments solides du sang ou globules. L'albumine ou blanc d'œuf peut être considérée comme le type des principes albuminoïdes animaux.

Les gélatinoïdes ou collagènes se trouvent dans les tendons, la peau et tous les tissus connectifs, ainsi que dans la partie combustible des os et des cartilages.

La kératine ou matière cornée constitue la base de la corne, des poils, de la laine, des plumes. C'est pourquoi ces trois produits sont considérés comme des engrais azotés plus ou moins actifs. Tous ces éléments constituants du corps animal contiennent de 15 à 18 °/o d'azote.

La graisse ou suif est à base de stéarine, de palmitine, d'oléine et de margarine ; la graisse de porc, qui se fige entre 26° et 31°, est formée de ces quatre éléments. Le suif de bœuf fond à 39° ; il contient principalement de la stéarine unie à un peu de margarine et d'oléine. Le suif de mouton se compose de stéarine, d'un peu de margarine, de palmitine et d'oléine ; son odeur et sa saveur spéciales lui sont communiquées par l'acide hircique. Le beurre des femelles des mammifères a une composition plus complexe que les graisses déposées dans le tissu connectif ; il est formé de stéarine, de margarine, d'oléine, de butyrine, de caproïne, de caprine, de palmitine, de myristine et de butyne.

Boussingault, Dumas et Payen en France, Tiedman

Digitized by Google

et Gmelin en Allemagne pensaient que les graisses accumulées dans l'organisme des herbivores provenaient entièrement des corps gras contenus dans les fourrages. Ce fut en 1842 que Liebig, le premier, émit l'opinion que les animaux pouvaient former de la graisse de toutes pièces. Magendie, Boussingault et Persoz en France, Playfair en Angleterre établirent que les corps gras qu'on trouve dans le corps d'un animal peuvent dériver du dédoublement dans l'économie de la fécule ou des sucres. On ne saurait cependant nier que les matières grasses des aliments, une fois absorbées, passent dans le sang, pour ensuite être déposées dans le tissu adipeux, comme semblent le prouver les expériences de Munk et de Lebedeff. La matière protéïque peut, en se dédoublant, donner naissance à la graisse ou à des corps analogues, et on peut entretenir la vie rien que par l'emploi d'aliments albuminoïdes ; dans ce cas, il faut fournir à l'économie un poids de matières albuminoïdes incompatible avec une ration économique.

Les os contiennent la plus grande partie des principes incombustibles ou cendres. Dans un animal arrivé à un état d'engraissement parfait, on trouve 75 à 80 °/₀ de cendres provenant de la charpente osseuse, composées principalement de phosphate de chaux et de magnésie.

Les cendres provenant de la combustion du tissu musculaire contiennent du phosphate de potasse ; celles du sérum du sang, du phosphate de soude. Il est à supposer que dans le sang il se passe une double décomposition entre le sel marin et le phosphate de potasse du chyle, d'où résulte du phosphate de soude, qu'on retrouve dans le plasma sanguin, et du chlorure de sodium qui entre dans la composition des globules.

Digitized by Google

Les sels de potasse abondent dans le suint de la laine, dans la sueur des animaux, principalement dans celle du cheval, ainsi que dans le sérum du sang.

Selon le degré d'engraissement, les tissus du bœuf contiennent de 48 à 65 °/₀ d'eau ; chez les jeunes animaux, cette proportion est beaucoup plus élevée, tandis qu'elle s'abaisse à mesure que les animaux se rapprochent de l'état adulte.

Le rapport des matières azotées et des cendres va toujours en augmentant de la jeunesse à l'état adulte ; mais, quel que soit l'âge, il est toujours relativement moins élevé chez les sujets soumis à l'engraissement, chez lesquels les matières grasses peuvent s'élever jusqu'à 32 °/₀ du poids total du corps dans l'espèce bovine, 48 °/₀ dans l'espèce ovine et 43 °/₀ chez le porc.

Toutes proportions gardées, c'est chez les bovidés qu'on trouve la plus forte quantité de matières azotées et minérales ; la prépondérance de ces dernières s'explique par le volume relativement considérable du squelette ; c'est aussi cette espèce qui fournit la moins grande proportion de matières grasses. Le rapport de la graisse aux constituants azotés et minéraux est toujours plus élevé chez le porc que chez les autres espèces.

(*Suit le tableau.*)

Digitized by Google

Taux moyen pour cent de la teneur en azote, acide phosphorique, potasse, chaux et magnésie chez les différents animaux domestiques, d'après Lawes et Gilbert.

ÉTAT DES ANIMAUX.	Az.	P^2O^5	Ko.	Cao.	Mgo.	OBSERVATIONS.
Veau gras.....	2,471	15,349	2,061	16,463	0,788	Az. : Azote.
Bœuf demi-gras.....	2,781	18,390	2,045	21,114	0,846	P^2O^5 : Acide phosphorique.
Agneau gras.....	1,974	11,257	1,664	12,808	0,515	Ko. : Potasse.
Mouton maigre	2,380	11,883	1,735	13,214	0,558	Cao : Chaux.
Vieux mouton demi-gras	2,278	11,988	1,681	13,503	0,524	Mgo. : Magnésie.
Mouton gras.....	1,991	10,404	1,483	11,844	0,484	
Porc maigre.....	2,196	10,660	1,963	10,792	0,532	
Porc gras.....	1,773	6,544	1,380	6,359	0,321	
Bœuf gras.....	2,333	15,514	1,759	17,919	0,611	

Digitized by Google

D'après ce tableau, il est facile de se rendre compte de la somme de principes fertilisants exportés de la ferme par l'élevage des animaux domestiques. La toison d'un mouton en bon état contient souvent plus de potasse que l'ensemble de toutes les autres parties du corps d'un animal tondu, selon que la laine est surge ou lavée ; la teneur en azote de cette toison oscille entre 9,44 et 5,4 °/₀ ; celle de l'acide phosphorique est d'environ 0,18 °/₀.

Considérons une vache produisant environ 2,000 litres de lait par an ; si ce lait est porté sur le marché, la perte en principes fertilisants sera de 12 kilos 8 d'azote, 3,8 d'acide phosphorique, 3,4 de potasse, soit par litre 6 gr. 4 d'azote, 1 gr. d'acide phosphorique et 1 gr. 7 de potasse. La perte sera sensiblement la même par l'exportation du fromage, tandis qu'elle sera à peu près nulle lorsque le beurre seul sera exporté et que le petit lait sera consommé par les animaux de la ferme.

L'augmentation de poids d'un animal soumis à l'engraissement provient principalement de la formation de la viande ; un accroissement de 100 kilos de poids vif correspond chez le bœuf, quelle qu'en soit la race, à 0 k. 8 d'azote, 0,43 d'acide phosphorique et 2,80 de potasse, et chez le porc à 2 k. 60 d'azote, 0,46 d'acide phosphorique et 0,39 de potasse.

Pendant une période d'engraissement de six mois, un bœuf convenablement et largement nourri s'accroît, d'après Lawes et Gilbert, de 70 à 75 °/₀ en substance sèche totale consistant en :

Graisse, 60 à 65 °/₀ ;
Chair, substance azotée, 7 à 8 °/₀ ;
Matières minérales, 1 1/2 °/₀.

Le mouton, dans l'espace de plusieurs mois, s'ac-

Digitized by Google

croît de 75 °/₀ en substance sèche totale, consistant en :

Graisse, 60 à 65 °/₀ ;
Chair, 7 à 8 °/₀ ;
Matières minérales, 1,75 °/₀.

L'accroissement du porc durant les deux à trois premiers mois de l'engraissement varie entre 67,5 et 72,5 de substance sèche totale :

Graisse, 60 à 65 °/₀ ;
Chair, 6,5 à 8 °/₀ ;
Matières minérales, 1 °/₀.

Si l'opération est poussée plus loin, de manière à avoir un porc gras pour la production du lard ou de la graisse, l'accroissement consiste principalement en graisse et moins en chair et matières minérales.

Cependant chez un jeune sujet l'augmentation de poids est la conséquence du développement des muscles et du squelette ; les tissus sont aussi plus riches en eau. De sorte que, toutes choses étant égales d'ailleurs, une quantité d'aliments de même nature produira une augmentation de poids vivant plus considérable que chez un adulte. L'augmentation de poids dû à l'engraissement pendant la période de croissance correspond à peu près à huit ou neuf parties de matière grasse fixée pour une de matière azotée ; cette proportion est encore plus élevée si on conduit l'opération jusqu'aux dernières limites de l'engraissement.

II

Principes immédiats des aliments.

Lorsqu'un végétal se trouve placé dans un milieu convenable, qu'il a à sa disposition les principes mi-

Digitized by Google

néraux nécessaires à son développement : eau, azote nitrique, acide phosphorique, potasse, chaux, etc , il a le pouvoir, à la faveur de la lumière solaire, d'élaborer les principes qui plus tard feront partie intégrale de lui-même. Pendant que s'accomplissent les processus de végétation, le végétal emmagasine une certaine quantité de chaleur.

Il est indispensable que l'animal trouve tout formés dans ses aliments les éléments qui lui sont nécessaires. La chaleur extérieure même ne lui suffit pas pour entretenir la température du corps, c'est le végétal qui doit lui céder le calorique indispensable, calorique déjà emmagasiné pendant la période de végétation, qui est actuellement à l'état latent, à l'état potentiel ; ce calorique redeviendra sensible, passera à l'état de calorique cinétique à la faveur des combustions qui s'opèrent d'une manière continue dans l'organisme animal. Il y a pour ainsi dire transmutation de force. Cette combustion est aussi la source de la chaleur nécessaire pour produire un travail donné, chaleur et force n'étant qu'un seul et même phénomène sous des manifestations différentes. On peut dire que la plante emmagasine la force de la chaleur solaire que l'animal utilise. L'une est producteur et l'autre consommateur.

Dans certains traités élémentaires de zoologie, on désigne à tort, sous le nom d'aliments, les principes immédiats.

On désigne sous le nom de principes immédiats les corps que l'on extrait de l'organisme végétal ou animal à une première analyse conduite avec des moyens aussi peu destructeurs que possible. Ce sont des composés chimiques très complexes, dont le poids moléculaire de quelques-uns est très élevé. Chimiquement parlant, on divise ces principes en deux classes : 1° les principes azotés quaternaires ou albuminoïdes ;

Digitized by Google

2° les principes ternaires non azotés composant deux groupes : les graisses et les hydrates de carbone. Tous ces composés qu'on retrouve dans l'organisme ne sont séparés entre eux que par des caractères de structure moléculaire. Les fonctions de chacun de ces principes sont très distinctes ; les premiers entrent dans la trame même des tissus, des cellules qui composent l'organisme ; les seconds imprègnent les tissus, y forment des dépôts plus ou moins circonscrits, aussi ne participent-ils pas à leur constitution, ils ne sont chimiquement liés avec eux que d'une façon très lâche. Les premiers, c'est-à-dire les principes albuminoïdes, sont des substances plastiques, ou formatrices de viande, comme les appellent les Anglais (*flesh-former*) ; les seconds sont des substances énergitiques qui libèrent l'énergie dont ils sont fournis au profit de l'organisme pour assurer la chaleur et les travaux mécaniques. Disons un mot sur chacun de ces principes immédiats auxquels nous devons ajouter les amides et les sels minéraux.

Les albuminoïdes ou aliments plastiques sont à base d'azote organique. Qu'on les considère comme provenant des graines des légumineuses ou des céréales, des pailles ou des foins, des racines, du sang, du lait, de la viande, etc., ils ont toujours la même composition qualitative en principes élémentaires ; seul l'agencement moléculaire est variable pour donner à chacun d'eux la consistance, les propriétés physiques qui lui sont propres.

Le blanc d'œuf, nous l'avons déjà dit, est le type des principes albuminoïdes. Le fromage, qui est un mélange en proportions variables de caséïne coagulée et de beurre, peut aussi être considéré comme un aliment albuminoïde.

Si on prend une poignée de farine de froment,

Digitized by Google

qu'on la malaxe sous un léger filet d'eau, jusqu'à ce que l'eau passe parfaitement limpide entre les doigts, il reste dans la main une substance élastique désignée sous le nom de gluten qui constitue la matière albuminoïde du blé. Toutes les plantes, tous les fourrages contiennent en plus ou moins grande quantité un principe identique, dont la composition, quoique très complexe, est analogue et varie entre 48,5 et 53,8 °/₀ de carbone, 6,5 à 7 °/₀ d'hydrogène et 15 à 18 °/₀ d'azote, plus une certaine quantité de phosphore à l'état de combinaison organique. Une alimentation riche en principes azotés, c'est-à-dire en albuminoïdes, tend à produire proportionnellement un accroissement plus fort en charpente osseuse et en chair, surtout chez les animaux en voie de croissance.

Les albuminoïdes des fourrages contribuent non seulement au développement de la substance musculaire, mais aussi à celui des autres produits azotés tels que poils, laine, tendons, corne, tous riches en principes collagènes ou gélatinoïdes. Les albuminoïdes participent aussi, comme nous le démontrerons plus tard, à la formation de la graisse, et par contre, surtout lorsque la ration est mal balancée, à la production du travail mécanique, travail qui revient alors à un prix maximum. Leur rôle essentiel, on ne saurait trop le répéter (c'est le but qu'on doit s'efforcer d'atteindre), est de contribuer au développement de l'animal ; en cela les albuminoïdes ne peuvent être suppléés par aucun autre principe immédiat, sauf les réserves que nous ferons en parlant des amides. C'est donc avec raison qu'on leur a donné le nom d'aliments plastiques et de producteurs de viande. La ration qu'on a à tort appelée ration d'entretien, c'est-à-dire la ration qui a pour but d'entretenir l'animal dans un état tel qu'il n'augmente ni ne diminue de poids, doit contenir

Digitized by Google

une certaine proportion de principes albuminoïdes afin de réparer les pertes constantes des organes, pertes qui résultent dans ce cas d'un travail nécessaire à l'accomplissement des fonctions physiologiques ; il est vrai que la proportion dans certaines circonstances que nous aurons à examiner est relativement faible eu égard à celle que réclame une ration de production ; mais ils n'en sont pas moins indispensables à l'entretien de la santé et de la vie.

Les principes azotés albuminoïdes sont transformés par oxydation dans l'organisme en urée, acide urique, acide hippurique, etc. La quantité d'urée rejetée journellement par les urines et la transpiration représente environ le tiers de la substance albuminoïde qui lui a donné naissance.

Dans tous les aliments, à côté des principes albuminoïdes ou protéïques, on trouve des corps moins complexes, contenant moins d'hydrogène et d'oxygène, en général cristallisables, qui semblent provenir des albuminoïdes par voie de dédoublement, qu'on désigne sous le nom d'*amides ;* tels sont les principes actifs du café ou caféine, du thé ou théobromine, l'asparagine, etc. Jusqu'à ce jour on a considéré ces produits comme des aliments très imparfaits ne pouvant pas reproduire la trame vivante des tissus, mais qui par leur combustion au sein de l'organisme peuvent produire une certaine quantité de chaleur et à ce titre devraient être pris en considération. Quelques-uns de ces produits, par leur arome ou leur saveur, deviennent des excitants de l'estomac et des nerfs gustatifs ; ils agissent aussi comme de vrais condiments. La découverte du dédoublement des albuminoïdes en corps amides ou amines cristallisables avant d'être assimilés, les expériences de Lowi, sont de nature à modifier l'opinion ancienne. Il est aujourd'hui in-

Digitized by Google

contestable que certains de ces composés azotés ont une valeur nutritive qui se rapproche sensiblement de celle des albuminoïdes proprement dits. Il y a là un nouveau champ de recherches pour ceux qui s'occupent de chimie biologique.

Les corps gras qui se trouvent dans les végétaux sont de même nature que ceux qu'on rencontre dans l'organisme animal ; ils sont ou emmagasinés pour produire de la graisse ou dédoublés pour être brûlés sous forme de glycose pour produire de la chaleur ou du travail mécanique ; mais la chaleur dégagée pendant la transformation en glycose par l'oxydation incomplète des graisses est une chaleur perdue, excrémentitielle, stérile au point de vue de l'énergitique musculaire. Les corps gras accumulés subissent une transformation dans leur agencement moléculaire, mais leur composition chimique demeure la même. Les aliments gras sont ceux qui ont la plus grande valeur comme producteurs de force à cause de leur puissance glycogène.

Les graines de lin, de chènevis, de moutarde, d'arachide, etc., contiennent une telle quantité de corps gras qu'elles font l'objet d'une exploitation industrielle pour l'extraction de l'huile. Le fait est trop connu de tous pour qu'il soit nécessaire d'insister sur la présence des corps gras dans les fourrages. La farine de maïs est d'une conservation difficile à cause de la proportion de corps gras relativement élevée qu'elle contient et qui provoque le rancissement. Les corps gras des céréales sont remarquables par le phosphore qu'ils contiennent ; c'est pourquoi les céréales ont un rôle si important dans l'alimentation et le fonctionnement du tissu nerveux.

Les hydrates de carbone proprement dits, tels que

Digitized by Google

l'amidon, le sucre, n'ont pas besoin d'être définis ; toutes les parties des plantes en contiennent en plus ou moins grande quantité. Les graines des céréales, les pommes de terre, sont riches en amidon ; les betteraves, les tiges de maïs, les carottes sont riches en matières sucrées. Les pentosanes sont des gommes qu'on peut rapprocher de la gomme arabique, on les avait désignés jusqu'ici sous le nom général de mucilages : les mauves, la carotte, la betterave, le topinambour sont riches en principes mucilagineux ou pentosanes. La surface de la paille est recouverte d'une couche gommeuse qui n'est autre qu'une pentose. Les grains en état de germination donnent aussi une pentose. Si on fournit des nitrates au maïs en germination, les pentosanes disparaissent assez rapidement des grains, mais en plus faible proportion dans les tiges et les racines, les albuminoïdes deviennent plus abondants. Il semblerait donc qu'en donnant du nitrate de soude comme engrais on augmenterait la proportion des principes azotés, surtout pour les fourrages racines, ou tout au moins on faciliterait leur production. D'une manière générale, les principes non azotés des fourrages contiendraient de 20 à 30 °/₀ de pentosanes, dont 58 °/₀ sont incapables d'être digérés et 42 °/₀ ne sont pas assimilés. Il y a tout intérêt à connaître ces faits, puisque les fourrages distribués aux animaux peuvent contenir jusqu'à 16 °/₀ de pentosanes de la matière sèche totale.

La cellulose ou fibre végétale, dont les personnes étrangères aux connaissances chimiques peuvent se faire une idée par les fils de lin, de chanvre, par le papier, subit aussi des transformations dans l'appareil digestif, qui la rendent assimilable, surtout chez les ruminants.

Tous les hydrates de carbone sont composés de car-

Digitized by Google

bone d'oxygène et d'hydrogène ; ces deux derniers éléments entrent dans la combinaison dans des proportions définies pour former de l'eau. La pectine, la lignine, les acides minéraux doivent être compris dans cette catégorie. L'alcool se conduit, au point de vue alimentaire, lorsqu'il est contenu en faible quantité dans la ration, de la même manière que les hydrates de carbone. Nous persistons à croire qu'on a donné une fausse interprétation aux derniers travaux d'Atwater et Bénédict, car rien dans le mémoire original n'autorise à dire que l'alcool est un aliment ; d'après ces auteurs, il ne cède rien à l'organisme ; 1 gramme d'alcool serait isodyname de 1 gr. 73 d'hydrates de carbone ou de 0 gr. 78 de corps gras. Il est vrai que dans ces expériences l'alcool s'est montré bon protecteur des corps gras ; mais il n'en a pas été de même pour la protéine, surtout sur les sujets qui n'étaient pas *accoutumés* à l'alcool. Qu'adviendrait-il chez les animaux ? « Les expériences ne prouvent pas qu'une partie de l'énergie potentielle de l'alcool fût transformée en énergie cinétique, quoiqu'elles permettent de le supposer. Elles impliquent en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie totale qu'il y a un léger avantage économique en faveur de la ration ordinaire, comparée à la ration à l'alcool, surtout lorsque les sujets sont soumis à un fort travail musculaire ; mais la différence se trouve dans les limites des erreurs possibles, et est trop faible pour avoir une conséquence pratique. En moyenne elle fut de 1 °/₀ de l'énergie totale de la ration et atteignit péniblement 5 °/₀ de l'énergie de l'alcool. Il résulte de là que l'énergie de l'alcool fut utilisée presque aussi complètement, sinon autant, que celle des corps gras, du sucre et de l'amidon qu'il remplaçait (1). »

(1) Neuvième conclusion du travail d'Atwater et Bénédict, page 288 du mémoire original. Washington, 1902.

Digitized by Google

Les hydrates de carbone constituent l'élément dominant de la plante, ils sont le plus généralement détruits par la combustion animale après leur transformation en glycose et, comme les aliments gras, participent à la production de la chaleur et de la force; une partie de ceux contenus dans la ration subissent des transformations et contribuent à la formation de la graisse. Ce phénomène est constant pour toute ration économique bien composée. Si les hydrates de carbone et les matières grasses ne contribuent pas directement à la formation de la viande, ils ont un rôle protecteur à remplir en empêchant que les matières albuminoïdes ne soient détruites pour l'entretien de la chaleur animale. On ne saurait donc trop porter son attention sur la composition de la ration en se rendant compte si les matières azotées et non azotées s'y trouvent dans des proportions convenables.

La valeur des éléments constituants de l'aliment, comme producteurs de force et de chaleur, dépend, a-t-on dit jusqu'ici, de la chaleur développée pendant leur oxydation, confondant ainsi les éléments azotés et les éléments carbonés. Il y a cependant une distinction à établir : les premiers sont bien aussi des corps carbonés, mais qui ne sauraient être remplacés par les seconds dans le jeu des échanges interorganiques, quand il s'agira de remplir leurs fonctions plastiques, tandis que les premiers peuvent se substituer aux seconds pour remplir leurs fonctions énergitiques. Non seulement cette substitution est possible, mais le rôle de la molécule de carbone des albuminoïdes n'est jamais nul. Comme nous le verrons plus tard, cette molécule se détache par hydratation sous forme de graisse. Aujourd'hui, d'après les travaux de M. Chauveau, il est mieux de dire que la valeur d'un aliment dépend de son pouvoir glycogénitique, la chaleur de

Digitized by Google

combustion du glycogène étant prise comme unité de mesure.

Les cendres du corps de l'animal, c'est-à-dire la partie minérale, sont les mêmes que celles qu'on trouve dans les plantes après la combustion, l'animal fait une sélection selon les besoins de l'organisme. Nous ne nous arrêterons pas sur cette question, nous ne dirons qu'un mot au sujet de quelques composés minéraux qui ont une certaine importance au point de vue de l'accomplissement des phénomènes de nutrition.

Les sels minéraux proviennent des aliments que l'animal consomme journellement, le soufre et le phosphore qui entrent dans la constitution des composés organiques des végétaux sont transformés en acide sulfurique et phosphorique qui se combineront avec les bases des carbonates de potasse et de soude résultant de la double décomposition qui a eu lieu dans l'organisme, soit dans les cellules, soit dans le plasma sanguin, formeront ainsi des phosphates et des sulfates qui seront éliminés par les urines. Mais les plantes sont beaucoup plus riches en composés organiques potassiques qu'en composés organiques sodiques, d'où la nécessité d'introduire dans la ration une certaine quantité de chlorure de sodium ; on activera ainsi le mécanisme vital et on fournira un élément, l'acide chlorhydrique, indispensable pour la sécrétion normale et régulière du suc gastrique.

Les sels de chaux et de magnésie ne sont pas moins indispensables pour l'entretien de la vie ; ils se trouvent dans l'économie sous forme de sels organiques unis aux lécithines ou lécithalbumines, sous forme semi-organique ou organique solubles ou insolubles tels que sulfates, lactates, phosphates. La magnésie prédomine dans le cerveau, les globules du sang ; c'est surtout

Digitized by Google

dans les graines que les animaux la trouvent à l'état de phosphate. La chaux domine dans le tissu osseux, conjonctif et cartilagineux, c'est aussi la base des parties foliacées des plantes. Les sels de chaux sont nécessaires à la constitution du sang comme antihémostatiques et excitants des contractions du cœur. Les sels de chaux et de magnésie peuvent être assimilés à l'état minéral, mais cette assimilation se fait infiniment mieux si ces deux corps sont à l'état de combinaison organique.

Le fer est indispensable à la constitution des globules sanguins; l'absorption de ce métal à l'état de sels à acides minéraux ou organiques est aujourd'hui résolue positivement. Le soufre n'est transformé que pour les 4/5e en acide sulfurique, la différence entre en combinaison avec certains composés organiques qui sont éliminés par les urines ou la sueur.

Un des corps les plus indispensables à la fixation de la matière albuminoïde par les animaux et aussi à leur accroissement, c'est le phosphore. Les aliments en contiennent plus ou moins soit à l'état de phosphates ou de composés phosphorés organiques. L'emploi des engrais phosphatés,dans les prairies naturelles surtout, contribuera à entretenir une flore composée de plantes riches en éléments phosphorés ; c'est peut-être le moyen le plus pratique d'introduire cet élément dans l'organisme animal, car c'est surtout et presque exclusivement sous la forme organique que le phosphore est assimilé. Nous n'irons pas jusqu'à dire qu'à l'état minéral son action est tout à fait nulle, car, si le composé est soluble en concentrant les solutions internes, il favorise le mouvement d'exosmose et contribue ainsi à l'assimilation des composés phosphatés organiques tenus en dissolution dans les liquides internes en facilitant leur diffusion, assimi-

Digitized by Google

lation qui bien souvent ne se fait pas parce que les solutions sont trop diluées faute de trouver dans l'alimentation les éléments nécessaires à leur concentration. Les dernières expériences de MM. Gilbert et Posternack ont démontré combien peu efficaces étaient les composés phosphatés minéraux. Si pour une raison ou pour une autre on se croit obligé d'avoir recours à l'administration de phosphates, c'est sous la forme organique de phytine (anhydroxyméthyléne diphosphate calcique) qu'il faut les donner.

En résumé l'animal ne crée rien, il faut qu'il trouve dans son alimentation tous les éléments qui lui sont nécessaires. Comme les machines industrielles, c'est un transformateur et les produits de la transformation sont en raison directe de la qualité des matières premières (fourrages) et des aptitudes plus ou moins développées de la machine transformatrice. Donc en matière d'élevage il y a toujours deux points essentiels à considérer : les fourrages et les qualités ou aptitudes de l'animal. Ce sont là deux facteurs inséparables. Avec une mauvaise machine, on n'obtiendra que des rendements minima, ainsi qu'avec des matières premières de qualité inférieure.

III

De la digestion.

La digestion a pour but de transformer les parties solides de l'aliment, de les rendre plus facilement absorbables. Certains hydrates de carbone tels que le sucre sont déjà diffusibles et ne nécessitent aucun travail de digestion ; d'autres, tels que l'amidon et la cellulose, sont insolubles. La digestion des hydrates de carbone commence dans la bouche, sous l'action de

Digitized by Google

la salive, qui convertit l'amidon en sucre de maltose. C'est pourquoi il faut que les aliments constituant la ration soient présentés de manière que les animaux soient obligés de bien les mastiquer. Chez les ruminants, l'action de la mastication, qui a aussi pour but de diviser les aliments, se prolonge pendant leur séjour dans le rumen, d'où ils retournent dans la bouche pour subir une deuxième mastication qu'on appelle la rumination. La réduction de la cellulose ne commence guère que dans la panse sous l'action de différents ferments tels que le *bacillus amylobacter ;* tandis que chez les solipèdes la digestion de la cellulose a lieu dans le cœcum, après que la masse alimentaire a déjà subi l'action des sucs digestifs. Cette différence explique pourquoi les ruminants tirent un meilleur parti des aliments grossiers. Les fibres des fourrages étant dissociées dans le rumen, les éléments que ces fibres tiennent emprisonnés, principalement l'amidon, sont attaqués avec plus d'énergie par les sucs digestifs et élaborés d'une manière plus complète. La cellulose des tissus nouvellement formés est presque entièrement dissoute, c'est pourquoi les fourrages verts sont d'une digestion plus facile et donnent des résultats plus prompts que les fourrages secs. L'action du bacillus amylobacter se fait aussi sentir énergiquement sur l'amidon, le travail se continue ensuite dans les intestins.

Le suc pancréatique hydrate l'amidon, le transforme en maltose et est converti en dextrose dans les intestins. Le sucre de canne est converti en dextrose et en lévulose, et le sucre de lait en dextrose, galactose et acide lactique. La dextrose, la glucose, la maltose, la lévulose sont des principes hydro-carbonés appartenant à la famille du sucre, qui sont directement assimilables, ou mieux facilement transformés en

Digitized by Google

glycose. La cellulose, en se transformant, donne naissance à de l'acide acétique, butyrique, carbonique et à de l'hydrogène carboné ; ces deux derniers constituent la plus grande partie du gaz qui se produit lorsqu'il y a météorisation.

Chez les jeunes animaux à la mamelle, le suc pancréatique contient peu d'amylase, son pouvoir transformateur est très faible et ne se constitue que très lentement Il en résulte que les *féculents* sont mal tolérés par les jeunes animaux, après la lactation, et peuvent devenir l'occasion de ces diarrhées graves qu'on observe notamment chez les veaux. De là l'indication d'apporter quelques précautions dans le sevrage et de substituer progressivement le régime nouveau au régime du lait. Le gluten, pouvant remplir le rôle de diastase, favorise la digestion des farines, tandis que la féçule brute, si elle n'a pas subi un commencement de saccharification, soit par le maltage, soit par la peptonisation, soit par le chauffage, est toujours mal supportée.

Les matières albuminoïdes, a-t-on dit jusqu'à ce jour, sont peu diffusibles, c'est-à-dire qu'elles se répandent très lentement dans l'eau et les divers liquides et qu'elles passent très difficilement à travers les membranes animales et toutes les substances à texture non cristalline. Arrivées dans l'estomac ou dans la caillette chez les ruminants, elles se trouvent en contact avec le suc gastrique, dont la sécrétion peut être activée par l'addition d'un peu de sel à la ration. A la faveur des mouvements péristaltiques de l'estomac, les diverses portions de la matière en digestion se mélangent plus ou moins complètement et peuvent réagir les unes sur les autres. Les parties digérées, transformées en peptones, sont absorbées directement, ce qui permet au suc gastrique de conserver toute son

Digitized by Google

activité, car, si les produits de la digestion s'accumulaient dans l'estomac, ils retarderaient l'action du suc gastrique. Les parties non absorbées par les parois stomacales portent le nom de chyme et passent dans l'intestin grêle où leur transformation se continue sous l'action de la bile, du suc pancréatique et du suc intestinal. La bile n'a aucune action sur les matières azotées protéïques, tandis que le suc pancréatique a une action environ dix fois plus énergique que celle du suc gastrique ; il continue donc l'action déjà commencée dans l'estomac.

La salive, les sucs gastrique et pancréatique doivent leurs propriétés aux ferments solubles ou diastases qu'ils contiennent, tels que la ptyaline pour la salive, la pepsine pour le suc gastrique et la trypsine pour le suc pancréatique.

Tels sont succinctement résumés les divers phénomènes de la digestion. Mais depuis les travaux de Lawrow, de Zuntz, de Langstein, les idées sont en train de se modifier ; les résultats de ces travaux ont une conséquence pratique considérable, comme nous le verrons plus tard. Les animaux reçoivent les matières azotées sous forme d'albuminoïdes, c'est donc l'albumine qui marque l'état initial, tandis que l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque, résultats des combustions de l'albumine pendant sa migration à travers l'organisme, marquent l'état final et sont rejetés à l'extérieur. Ce serait une erreur de croire que le plan de partage de l'animal et du végétal commence dans la bouche avec les premiers phénomènes chimiques de la digestion ; en réalité ce plan de partage ne se trouve que dans les parois intestinales. Jusque-là, toutes les réactions qui ont décomposé, réduit en quelque sorte les tissus des aliments, sont restées extérieures à l'animal et d'ordre purement chimique ; ces réactions, c'est-à-

Digitized by Google

dire l'action digestive, se poursuivent jusqu'à ce que les albuminoïdes aient été dédoublés en principes cristallisables qui représentent l'azote absorbé. « La forme initiale de l'azote n'est plus dans les animaux les albuminoïdes de transformation, comme les différents peptones, mais des corps en réalité plus simples. » Ces corps, en traversant la muqueuse digestive, recomposent *de suite* par mode de synthèse les albuminoïdes du sang et du chyle ; c'est cette recomposition immédiate qui a donné le change et qui a pu faire croire à une absorption sous forme de peptones. La digestion pepsique ne s'arrête nullement à la formation de peptones ; mais elle se poursuit jusqu'à production de lysine, tyrosine, de putrescine et de cadavérine. L'absorption de l'estomac comparée à celle de l'intestin est très faible, elle s'exerce néanmoins sur les produits cristallisables résultant de la digestion stomacale, parce qu'ils sont résorbés à mesure de leur production.

Kutscher a montré, par l'étude de la digestion tryptique, que les albuminoïdes transformés en peptones sont entièrement ramenés à l'état de lysine, tyrosine, leucine, arginine, histidine, ammoniaque, acide asparginique et glutamique, et d'après Emerseen la tyrosine elle-même est ramenée à l'état d'oxyphénylithylamine par perte de CO^2. Dans les digestions artificielles, la transformation est lente, il faut quelques heures pour voir apparaître les corps caractéristiques de cette transformation, tandis que dans la digestion normale les corps cristallisables apparaissent en peu de temps. Cependant on ne les trouve ni dans le sang, ni dans le chyle, ni même dans les parois intestinales ; on a conclu de là qu'ils se synthétisaient immédiatement pour former des substances albuminoïdes semblables à celles dont ils dérivent.

Digitized by Google

Cette supposition se trouve corroborée par l'expérience de Lowi, qui a tenu un chien en équilibre d'azote pendant cinq semaines en le nourrissant avec les produits d'une auto-digestion pancréatique, l'animal gagna même quelques centaines de grammes. Une autre raison semble encore plaider en faveur de la formation synthétique des albuminoïdes dans le corps des animaux, c'est que chacun d'eux a ses substances albuminoïdes en quelque sorte spécifiques ; ces corps se ressemblent assez étroitement d'un animal à l'autre, on peut même dire qu'ils sont identiques si on en juge par les réactions chimiques ; cependant, si on injecte de l'albumine d'un animal dans le corps d'un autre animal, elle se comporte comme un corps étranger et donne lieu à une réaction défensive par la formation d'une substance qui a le pouvoir de produire la coagulation. Pour aussi semblables qu'ils soient aux siens, l'animal n'utilise donc pas les produits du dehors tels qu'ils lui sont présentés, il les décompose d'abord pour les recomposer et leur donner l'individualité qui les fait siens.

Ce sont là des faits qu'il est bon de retenir et dont les conséquences pratiques ont été mises en relief par nous pour la première fois.

Nous arrivons ainsi à dire un mot de l'assimilation, phénomène en vertu duquel les substances du milieu extérieur prennent la composition de l'être qui les a consommées. De dissemblables qu'elles étaient, ces substances deviennent identiques à celles de l'être vivant ; le milieu fournit les éléments, l'être vivant donne à ces éléments le groupement particulier qu'ils ont en lui ; en un mot l'assimilation est une véritable synthèse. Quelle que soit la nature des structures mises à la disposition de l'être vivant, il n'en utilise aucune directement; il commence par les détruire

Digitized by Google

pour les recomposer ensuite, nous ne connaissons dans ce phénomène que l'état initial et l'état final. Les principes immédiats que l'animal utilise sont de deux ordres : les uns plastiques, c'est-à-dire étroitement constitutifs du protoplasma vivant, les autres énergitiques, c'est-à-dire accumulés en lui à l'état d'enclaves destinés à fournir au protoplasma l'énergie nécessaire pour l'accomplissement de ses fonctions. Les premiers sont des corps azotés quaternaires dits protéïques ou albuminoïdes ; les seconds sont des corps ternaires hydrocarbonés tels que les graisses, les hydrates de carbone. Les uns et les autres sont spéciaux aux individus auxquels ils appartiennent, et comme règle générale on peut admettre qu'ils sont formés par synthèse et détruits par voie analytique ; les uns et les autres subissent une assimilation et une désassimilation. Les premiers en s'assimilant forment, par condensation croissante, des éléments morphologiques visibles sous forme de tissus et d'organes ; les seconds s'arrêtent à la forme moléculaire, telles que les gouttes de graisse qui gonflent les cellules du panicule adipeux ou des granulations simples comme celles du glycogène dans les cellules du foie.

M. Chauveau a donné le nom d'histopoïèse à la formation incessante du protoplasma cellulaire par la substance plastique, et celui d'hystolyse à leur destruction incessante aussi, qui se poursuit jusqu'au terme urée ou corps similaires chez les vertébrés, terme qui mesure le courant d'azote qui traverse l'organisme. L'histopoïèse c'est l'assimilation dans l'acception propre du mot, et le courant d'azote qui circule dans l'être vivant est l'expression même de la manifestation vitale de l'individu ; la synthétisation des principes immédiats venant de l'extérieur, après leur réduction à l'état de corps cristallisables, ne

Digitized by Google

nécessite que fort peu d'énergie, de même que la destruction incessante des principes organisés ; en un mot la synthèse histologique ne saurait être considérée que comme le prolongement de la synthèse chimique dans l'être vivant. Mais, à mesure qu'un organe fonctionne, il libère de l'énergie, aussitôt il reconstitue ses réserves dans la mesure dont il est capable, car le protoplasma n'a qu'une capacité limitée pour les dépôts des corps carbonés qu'il peut recevoir. Si le repos de l'organe se prolonge, s'il ne dépense pas l'énergie en réserve, il se produit un temps d'arrêt ; si au contraire la fonction est active, il y aura une plus forte consommation et les réserves se reconstitueront de plus belle, et comme conséquence du fonctionnement de l'organe, il y aura non seulement reconstitution des réserves, mais aussi une assimilation plastique plus active, ce qui explique ce vieil adage : Plus un organe fonctionne, plus il se développe. On sait très bien que les muscles souvent exercés grossissent, accroissent leur puissance et acquièrent une plus grande aptitude à utiliser l'énergie en réserve. L'excitation est une des conditions essentielles de la vie : un être, un élément auquel on supprime toute excitation est condamné à disparaître au même titre que si on lui supprimait ses substances ou ses énergies de remplacement. En faisant croître l'excitation et, partant, le fonctionnement jusqu'à une certaine limite, on se placera dans de meilleures conditions dont l'être vivant bénéficiera. L'activité donnée au circulus énergitique aura une répercussion sur le circulus plastique, qui, à la longue, mais à la longue seulement, sera aussi quelque peu exagéré sans atteindre toutefois une intensité égale à celle du premier, mais l'élément mis en action gagnera quelque chose en substance organisée et en puissance, et

Digitized by Google

on évitera l'atrophie relative qui est toujours la conséquence du trop peu d'activité. C'est pourquoi nous nous sommes souvent demandé si on avait raison de mettre au repos absolu pendant la première période d'engraissement les animaux, surtout les jeunes, qui sont nourris à l'étable. Le repos au sein de l'abondance, comme disait Baudement, ne se justifie que lorsque la masse musculaire a acquis son plein développement. On trouve aussi la raison pour laquelle les animaux d'embouche sont plus recherchés et donnent un rendement en viande (chair musculaire) plus élevé que les animaux engraissés à l'étable.

Les corps gras sont maintenus à l'état liquide par la chaleur du corps, quelques auteurs supposent qu'ils sont susceptibles d'être absorbés sans aucune transformation; ce qui semble donner certain crédit à cette manière de voir, c'est la saveur particulière que donnent à la viande certains aliments riches en corps gras, saveur qui permet de reconnaître la nature des substances consommées. Munk, ayant fait entrer le suif de mouton dans la ration d'un chien auquel il avait préalablement fait épuiser ses réserves de graisse par un jeûne prolongé, trouva à l'autopsie de ce chien une graisse ayant tous les caractères de la graisse de mouton, fondant à 40°, tandis que celle du chien fond à 20°.

Il est cependant des fourrages qui doivent la fâcheuse propriété de communiquer un mauvais goût à la viande, à des essences particulières; tels sont ceux qui appartiennent à la famille des crucifères ; les lapins de choux sont légendaires. Dans tous les cas, les corps gras sont émulsionnés et divisés en gouttelettes extrêmement fines qui ne tardent pas à se réunir entre elles et qui, dans cet état, sont aptes à traverser les villosités des membranes intestinales lorsqu'ils

Digitized by Google

arrivent en contact avec la bile. L'action du suc pancréatique vient s'ajouter à celle de la bile, comme cela a été démontré par Longet et Collin.

Le suc pancréatique transforme l'amidon cru ou cuit en dextrine et en sucre, il continue donc l'action de la salive. Le rôle de la bile n'est pas aussi nettement démontré ; on sait qu'il existe dans le foie un ferment capable de transformer en sucre les matières glycogènes, et il est permis de supposer que ce ferment peut apparaître dans la bile ; dans tous les cas, il n'exercerait son action que sur l'empois d'amidon. Le rôle incontestable de la bile est surtout de s'opposer à la fermentation putride du contenu de l'intestin.

IV

Valeur alimentaire des fourrages.

La valeur nutritive d'un aliment dépend : 1° de sa composition ; 2° de sa digestibilité.

La première nous indique la richesse en principes albuminoïdes, en hydrates de carbone, corps gras et sels. La seconde nous donne une idée plus ou moins exacte de la proportion de ces principes qui seront cédés à l'organisme animal sous l'action des différents phénomènes de la digestion.

Les matières albuminoïdes contiennent de 15 à 18 % d'azote. Pour calculer la valeur d'un fourrage en principes azotés, on prend le nombre moyen 6,25, qu'on multiplie par la teneur totale d'azote. Ainsi un fourrage qui donnerait à l'analyse 6 % d'azote équivaudrait à un fourrage contenant 37,50 % de matières albuminoïdes. Cette manière d'apprécier la valeur d'un aliment n'est pas très exacte. L'azote peut se trouver à l'état d'amides ou sous forme minérale,

Digitized by Google

comme cela arrive pour les racines et même pour les foins nouvellement récoltés sur des prairies traitées au nitrate de soude. Cependant ce mode d'appréciation a suffi jusqu'à ce jour pour les besoins de la pratique courante.

Dans le tableau suivant nous donnons la proportion moyenne pour cent d'albuminoïdes contenus dans la matière azotée totale des principaux fourrages :

Tourteaux.....	94,4	Pailles diverses....	89
Légumineuses.....	89	Fourrages verts....	72
Céréales	90	Foins	84
Résidus de brasserie et son de froment.	82	Fourrages ensilés..	49
Fourrages racines..	49	Feuilles de choux..	69

Au moyen de ce tableau, il est facile de calculer une ration en ne tenant compte que des matières albuminoïdes proprement dites. Les chiffres ci-dessus ne sont pas d'une rigueur mathématique, mais ils permettent d'établir économiquement une ration tout en lui conservant sa composition physiologique. Ils nous paraissent avoir d'autant plus d'importance que, grâce aux travaux de M. Chauveau, nous savons aujourd'hui que la valeur énergitique de l'aliment est due à sa capacité glycosique et non aux principes azotés, comme on l'a longtemps supposé.

Dans les semences la plus grande partie de l'azote est sous forme protéïque ; c'est dans les graines des légumineuses, de l'orge et du froment, que la proportion est la plus élevée. Pendant la germination, une partie des albuminoïdes passe à l'état d'amides. La perte n'est pas aussi grande qu'on le supposait avant l'expérience de Lowi, car l'asparagine en s'hydratant donne naissance à un équivalent d'acide aspartique avec production d'ammoniaque :

Digitized by Google

Asparagine $C^4H^8AZ^2O^3$	= 132	$C^4H^7AZO^4$ acide aspartique	= 133
$+ 2H^2O$	= 36	$+ AZH^3H^2O$	= 35
	168		168

La paille, les foins arrivés à l'état de maturité sont moins riches en principes albuminoïdes que ceux qui ont été prématurés. Les fourrages verts sont pour chaque espèce plus riches en principes albuminoïdes que les foins ; la teneur réelle est toujours au-dessous de la teneur indiquée par l'azote total.

Pendant la fermentation des fourrages ensilés une certaine quantité de principes albuminoïdes est transformée en amides.

Les racines et les tubercules sont, de tous les aliments, les moins riches en azote protéïque ; les betteraves contiennent une partie de leur azote sous forme de nitrates.

Pour apprécier la valeur d'un fourrage, on doit tenir compte de la quantité de matière sèche qu'il contient. Cette proportion de matière sèche n'est pas uniforme dans tous les aliments secs ; les aliments les plus riches en matière grasse sont ceux qui généralement contiennent le moins d'eau. Dans les fourrages verts et les racines la quantité d'eau s'y trouve au maximum. De toutes les racines ou tubercules, les pommes de terre sont les plus riches en matière sèche ; les plus pauvres sont sans contredit les rutabagas.

Les principes albuminoïdes, les principes gras et le glucose constituent la forme la plus concentrée des aliments qu'on peut faire consommer à un animal ; lorsque ces principes sont digestibles, ils jouissent de la plus haute valeur nutritive. Les tourteaux occupent le premier rang parmi les aliments concentrés, malgré qu'ils ne contiennent que peu d'amidon. La com-

Digitized by Google

position des tourteaux est malheureusement très variable, elle dépend non seulement de l'origine des graines qui les ont produits, mais aussi du mode de fabrication auquel ces graines ont été soumises. Les tourteaux d'arachide et ceux de coton décortiqué occupent le premier rang comme valeur alimentaire. Mais pour les animaux jeunes, encore à la mamelle, comme pour ceux qu'on vient de sevrer, nous donnons la préférence aux tourteaux de lin parce que, par la quantité de matière grasse qu'ils contiennent, ils se rapprochent davantage de la composition du lait. L'expérience nous a souvent démontré le bien fondé de notre appréciation.

Les principes hydrocarbonés comprennent généralement le sucre, le mucilage, l'amidon, la pectine et les pentosanes ; il serait à désirer que, dorénavant, on fît connaître séparément la teneur en amidon et en sucre. La cellulose, qui, chez les ruminants surtout, ajoute en partie ses effets à ceux des hydrates de carbone, est insoluble dans l'eau pure, mais soluble dans l'eau acidulée et les alcalis. Lorsqu'on aura des aliments ligneux à faire consommer tels que la paille, on se trouvera bien de les laisser macérer après les avoir arrosés avec de l'eau acidulée, de préférence avec de l'acide chlorhydrique, ou encore dans une lessive faite avec des cendres de bois. Le docteur O'Kellner a démontré que la paille bouillie avec un alcali acquérait une valeur sensiblement égale à celle de la mélasse.

Les semences des légumineuses, pois, fèves, lentilles, etc., sont riches en albuminoïdes, mais pauvres en matières grasses. La lécithine qu'elles contiennent est un composé hydrocarboné à la fois azoté et riche en acide phosphorique ; elles contiennent aussi une proportion relativement élevée d'amidon ; chez quelques-

Digitized by Google

unes on trouve de la dextrine, chez d'autres, les pois par exemple, du sucre.

Dans les légumineuses existent tous les sels du sang, tels que phosphate de potasse, de soude, de magnésie ; c'est ce qui en fait des aliments précieux pour les animaux en voie de croissance. En faisant entrer ces plantes dans l'assolement on peut, par l'emploi d'engrais supplémentaires appropriés, se dispenser en partie d'avoir recours à l'achat de tourteaux qui quelquefois, selon la demande, arrivent à des prix exagérés sur le marché.

Les semences des légumineuses favorisent la sécrétion lactée, elles conviennent donc aux vaches laitières, et les animaux tirent un meilleur profit d'un lait provenant d'une nourrice alimentée avec ces substances. Cuites, elles sont d'une digestion plus facile ; mais, comme la légumine est incoagulable à 100c en présence d'un excès d'eau, l'eau de cuisson devra être consommée par les animaux. De plus, la légumine étant plus pauvre en carbone et plus riche en azote que la plupart des autres albuminoïdes, on se trouvera bien de l'addition de fourrages racines ou de farine de maïs. L'alimentation riche en légumineuses diminue très sensiblement l'énergie et permet de faire passer l'animal de l'activité et même de la férocité au calme et à la douceur. Ce sont donc les aliments par excellence des animaux vicieux.

L'avoine et le maïs, ce dernier surtout, sont, de tous les grains, les plus riches en principes gras ; l'avoine sous forme de grains doit être exclusivement réservée pour les solipèdes et les animaux de travail, mais doit être exclue des animaux de rente ; elle contient un principe aromatique excitant, l'avenine, qui, il est vrai, aiguise l'appétit, mais pousse les animaux en stabulation à se livrer à des mouvements désordonnés et les

Digitized by Google

rend irritables. Le maïs fréquemment employé pour l'alimentation des chevaux nous a paru, donné à doses un peu fortes, provoquer des affections hépato-gastriques mortelles. M. Hendricks, professeur à l'école vétérinaire de Bruxelles, a aussi constaté que le maïs occasionnait des troubles digestifs graves.

La caractéristique des céréales est de contenir une grande proportion d'amidon, principe hydro-carboné d'une digestibilité d'autant plus élevée en l'espèce qu'il se trouve en présence de gluten qui joue ici le rôle de diastase, ou tout au moins favorise la transformation en glucose.

Le son, le malt d'orge, la farine de riz sont riches en matières azotées et en matières grasses, mais contiennent une forte proportion de cellulose et de ligneux. La drèche est formée par les radicelles de l'orge germée qui sont séparées du grain après que le malt a été séché, elle est fort riche en azote qui s'y trouve principalement à l'état d'amides. L'orge, par sa richesse en principes minéraux, peut être utilisée lorsque l'organisme a besoin de sels de chaux et de phosphates ; elle convient donc pour les animaux en voie de croissance et doit être donnée avec précaution, surtout aux solipèdes. Le son n'est pas un aliment économique pour les chevaux, il est peu digestible et par conséquent cède peu de substances à l'organisme. Armitage, qui s'est spécialement occupé de l'alimentation économique des chevaux, n'accorde au son que la valeur de la paille. Il y a là peut-être un peu d'exagération qui ne s'explique guère chez un Anglais.

La composition générale des foins, des pailles, des fourrages verts, des racines, n'est pas un guide aussi sûr que pour les aliments concentrés, pour apprécier leur valeur alimentaire, car leur teneur en azote n'est pas une indication précise de la proportion des prin-

Digitized by Google

cipes albuminoïdes qu'ils contiennent. Pour les corps gras on y comprend une certaine proportion de matière cireuse peu digestible, de la chlorophylle, de l'acide lactique, qui sont entraînés par l'éther que l'on emploie généralement dans les analyses pour séparer les matières grasses ; on n'exagère pas en disant qu'environ 25 à 30 °/₀ de la matière dissoute par l'éther est insaponifiable.

Le même poids de matière sèche des divers foins ou pailles prématurés a une valeur alimentaire moindre que celle provenant de grains arrivés à maturité. Nous trouverons plus tard l'explication de cette différence dans la chaleur de formation des différents principes albuminoïdes. De sorte qu'on ne saurait comparer entre eux les aliments de différentes classes quoique ayant la même composition alimentaire ; les foins ne sont comparables qu'aux foins, les racines aux racines, etc. C'est donc à tort que certains auteurs s'efforcent d'établir la proportion de racines ou de grains par exemple nécessaire pour nourrir autant que cent de foin. Les fourrages se complètent les uns les autres et n'ont de valeur que par eux-mêmes pour chacune des catégories auxquelles ils appartiennent.

Un grand nombre de fourrages contiennent une quantité suffisante de sels ou principes minéraux pour satisfaire aux besoins de l'organisme et subvenir au développement du squelette. Nous ne pouvons pas dire quel est le rôle physiologique que jouent les principes minéraux dans l'organisme ; ils sont évidemment nécessaires pour réparer les pertes qu'éprouvent les divers tissus riches en matières minérales ; mais ils semblent aussi exercer une certaine action sur les éléments protéïques, soit qu'ils les transforment en principes instables, ou qu'ils s'unissent à eux, soit qu'ils les modifient selon les besoins de l'organisme en

Digitized by Google

faisant varier la quantité d'eau d'hydratation qui entre dans leur composition. De plus, ces matières minérales peuvent imprimer aux liquides qui baignent les tissus de telles modifications qu'elles ont une certaine influence sur leurs propriétés endosmotiques ou chimiques, d'où dépendent la régularité des phénomènes d'assimilation et de désassimilation. Une ration bien composée doit contenir de 15 à 20 grammes d'acide phosphorique et 60 grammes de potasse par kilogramme de substance sèche.

La chaux abonde dans les foins des légumineuses, elle se trouve en bien plus faible proportion dans les graines des céréales, les pommes de terre; les aliments les plus pauvres en chaux sont le riz et le maïs, et par conséquent ne sauraient convenir aux élèves (à Rothamstedt on suppléa à cette absence de chaux en mélangeant des cendres de charbon de terre et du superphosphate à la provende destinée à de jeunes porcs nourris exclusivement avec du maïs). Les foins des prairies naturelles et artificielles, les racines, le son, les tourteaux, sont généralement riches en potasse. On doit distribuer du sel aux animaux pour leur fournir la quantité de soude nécessaire, cet élément faisant généralement défaut dans les fourrages.

La composition de tout aliment végétal est susceptible de varier : cette composition dépend du degré de maturité, de la nature de la fumure employée, de l'influence des saisons. Lorsque les produits sont arrivés à un parfait état de maturité, comme c'est le cas pour les graines, les variations sont peu sensibles et le pourcentage indiqué dans les tables peut être tenu pour constant. Lorsqu'il s'agit de fourrages prématurés qui n'ont pas atteint leur complet développement, comme les herbes des prairies, les différentes racines : rutabagas, raves, betteraves, etc., leur com-

Digitized by Google

position dépend du moment où on les considère, de la nature et de l'intensité de la fumure. Plus une plante se rapprochera du moment de sa maturité, plus la proportion d'eau, des matières azotées et des sels sera faible, tandis que les hydrates de carbone s'y trouveront en plus grande proportion ; les amides aussi diminueront et seront transformés en principes albuminoïdes.

Un foin provenant d'une même prairie, dont la nature du sol est partout uniforme et a reçu la même quantité d'engrais, peut présenter les variations suivantes :

	Azote total.	Albuminoïdes.	Corps gras.	Hydrates de carbone.	Cellulose.
Première coupe à l'état de fourrage vert ...	17,7	11,5	3,2	40,8	23
Trente cinq jours après	11,2	9,4	2,7	43,2	34,9
Maturité complète....	8,5	7,8	2,7	43,3	38,2

Dans le foin à l'état de fourrage vert, les albuminoïdes représentent environ 64 °/₀ de l'azote total ; dans le deuxième échantillon 83,9 °/₀. Mais la proportion d'eau étant plus élevée, on voit que les jeunes herbes sont les plus riches en albuminoïdes, la proportion de cellulose digestible y est aussi plus élevée. Il est donc facile de comprendre pourquoi les fourrages verts sont plus alimentaires. Ceci nous indique qu'une plante destinée à être transformée en foin doit être coupée aussitôt après la formation des épis. Ce qu'on perd en poids on le gagne largement en qualité à cause de la plus grande somme de principes alimentaires digestibles qu'elle contient.

Lorsqu'on veut apprécier la valeur d'un foin sans avoir recours à l'analyse, on doit tenir compte de la fumure employée. Les engrais phosphatés, les superphosphates surtout, même dans les terrains acides, provoqueront le développement de plantes légumi-

Digitized by Google

neuses, trèfles, vesces, lotus, qui contribueront à élever la teneur du foin en principes albuminoïdes ; à côté de ces légumineuses, nous trouverons une plus grande quantité de ray-grass. Les engrais azotés provoqueront la sortie d'une plus grande quantité de graminées. Ce n'est pas seulement pour les foins qu'il faut tenir compte de la fumure ; une récolte d'une végétation luxuriante contient toujours une plus grande quantité d'eau qu'une récolte moyenne ou d'une venue chétive. Les grosses betteraves ne contiennent souvent que 5,90 °/₀ de matière sèche, comme cela s'est produit dans les cultures expérimentales de M. Garola, tandis qu'une récolte de petites racines peut en contenir 10 et 12 °/₀ et même davantage. Des betteraves venues sur un sol fortement fumé contiennent à la même date une proportion de sucre moins élevée que celles venues sur un sol pauvre. Non seulement les fortes fumures contribuent à augmenter le volume des betteraves, mais elles diminuent aussi la proportion des hydrates de carbone, élèvent celle des amides, des principes salins, et ces derniers peuvent être nuisibles à la santé des animaux, comme nous l'avons constaté plusieurs fois. Les récoltes fortement fumées, toutes choses étant égales d'ailleurs, contiennent proportionnellement moins d'albuminoïdes que celles qui l'ont été moyennement. Une récolte de betteraves de 50,000 kilogrammes à l'hectare fumées avec du fumier de ferme peut donner de 32 à 33 °/₀ de l'azote total sous forme d'albuminoïdes, tandis qu'une récolte de 70,000 kilogrammes ayant reçu des phosphates et du nitrate comme fumure supplémentaire ne contiendra que 28 °/₀ de l'azote total sous forme albuminoïde. Les grosses racines, betteraves ou rutabagas, obtenues avec des fumures intensives ont toujours moins de valeur

Digitized by Google

comme fourrage que les petites. Ce qui ne signifie pas qu'il ne faut pas avoir recours aux fortes fumures pour la production des racines fourragères ; un terrain bien préparé qui aura reçu une quantité d'engrais supplémentaires donnera certainement plus de produits utiles qu'un autre pauvre en principes fertilisants. On obviera aux inconvénients que nous avons signalés en augmentant le nombre de plants à l'hectare, en faisant des plantations plus serrées. Il y a exception pour les pommes de terre, ces tubercules ne perdent pas de leur valeur alimentaire en augmentant de volume.

La composition d'un foin peut être influencée par le mode de fenaison et par les fermentations qui se produisent dans la meule. Si pendant le fanage on fait détacher les feuilles et les épis, on perdra la partie essentielle du fourrage ; les herbes qui souffrent de la pluie pendant la récolte contiennent moins de principes solubles, une fois converties en foin, que celles qui sont engrangées par un beau temps. Cette perte sera d'autant plus sensible que le foin sera resté plus longtemps étendu sur la prairie et qu'il se sera produit des fermentations. Mais lorsque, comme pour le foin brun, la fermentation se produit alors que les herbes ne sont pas encore complètement amorties, les pertes en résultant sont négligeables au point de vue pratique ; ce qu'on perd d'une part, on le retrouve de l'autre, ne serait-ce qu'au point de vue de la plus grande digestibilité.

L'ensilage est aujourd'hui de pratique courante. Les herbes vertes ainsi traitées entrent en fermentation, perdent de l'eau et, poids pour poids, s'enrichissent en matières solides ; il y a aussi dégagement d'acide carbonique. Si le fourrage a été haché et fortement comprimé aussitôt mis dans le silo, l'oxydation pendant la fermentation est portée au minimum ; il se

Digitized by Google

produit de l'alcool, de l'acide lactique et butyrique. On a ainsi l'ensilage acide. Si, au contraire, on remplit le silo graduellement et qu'on n'exerce la compression que tardivement, l'oxydation est portée au maximum, la température s'élève au point que des pommes de terre ensilées avec le fourrage subissent une véritable cuisson ; on a ainsi l'ensilage doux. Cela résulte de la destruction des ferments par la haute température 60 à 70° qui s'est produite dans le mélange et qui a empêché la production des acides organiques. La perte qui résulte de la fermentation porte surtout sur les hydrates de carbone, de plus une partie des albuminoïdes est passée à l'état d'amides et de sels ammoniacaux. Cette dernière perte est moins considérable dans l'ensilage doux que dans l'ensilage acide, et dans le premier cas les fourrages ont un degré de digestibilité plus élevé. On peut dire que la perte en matière sèche est en raison directe de la quantité d'air comprimé entre les différentes parties du fourrage, elle est au minimum lorsque les fourrages ensilés sont humides et que la compression est plus forte. Les silos les plus avantageux sont toujours les plus volumineux.

IV

De la digestibilité des aliments.

Le terme digestibilité a plusieurs significations ; il peut s'appliquer à la facilité avec laquelle un aliment donné est digéré, ou au temps nécessaire pour digérer tel ou tel aliment ; c'est ainsi qu'on dit dans le langage populaire : ce n'est pas lourd, ça se digère vite. En hygiène zootechnique, on entend par digestibilité la quantité ou la proportion de ration, ou de ses différents constituants, protéïne, hydrates de carbone,

Digitized by Google

matières grasses, matières minérales, qui sont digérées et absorbées pendant leur passage à travers le tube digestif.

Les Allemands ont publié de nombreux travaux concernant la digestibilité des différentes substances fourragères. Dans ces dernières années, des chimistes français, notamment M. Muntz, se sont occupés de cette intéressante question ; il reste encore beaucoup à faire. La méthode employée pour rechercher le degré de digestibilité d'un aliment consiste à nourrir un animal pendant un certain nombre de jours avec un fourrage dont la composition chimique a été préalablement établie ; on pèse journellement les excréments solides, on les analyse, et la différence qui résulte de cette analyse et celle des aliments est considérée comme étant la partie digérée ou assimilée. La méthode ne donne pas des résultats d'une exactitude irréprochable, parce que les excréments solides contiennent toujours d'autres matériaux provenant des sécrétions intestinales ; mais ces produits, quoique dérivant de la nourriture consommée, n'étant pas utilisés pour réparer les pertes de l'organisme ou comme producteurs de chaleur, peuvent être compris dans les résidus de la digestion. Dans ces recherches, il faut aussi tenir compte des qualités individuelles des sujets mis en expérience. Quoi qu'il en soit, ces résultats nous fournissent de précieux renseignements au point de vue de la pratique, et si les chiffres obtenus ne doivent pas être considérés comme étant mathématiquement exacts, ils nous permettent de poser les bases d'une ration économique, sauf à la modifier en plus ou en moins, selon que se comportent les animaux nourris.

Après de nombreuses expériences, on a établi comme suit les coefficients moyens de digestibilité pour

Digitized by Google

chaque espèce et pour chacun des principes immédiats :

	MA	MG	MNA	Cellulose.	
Cheval....	0,69	0,59	0,68	0,33	MA, matières albuminoïdes ou protéïques.
Bœuf. ...	0,65	0,64	0,66	0,60	
Vache....	0,57	0,65	0,70	0,61	MG, matières grasses.
Mouton...	0,57	0,61	0,72	0,58	MNA, matières hydrocarbonées.
Chèvre ...	0,60	0,44	0,64	0,62	

Les chiffres du tableau ci-dessus n'ont qu'une valeur relative ; ils peuvent avoir leur utilité lorsqu'on veut se rendre compte d'une manière générale de la valeur d'une ration. Pour avoir des données plus précises, on doit avoir recours au degré de digestibilité de chacun des éléments qui entrent dans la composition de chaque fourrage constituant la ration.

Le degré de digestibilité des pailles et des foins est établi expérimentalement en nourrissant les animaux exclusivement avec l'une de ces substances. Pour les graines, sons, tourteaux, racines, on mélange l'un ou l'autre de ces aliments avec des foins ou des pailles dont le degré de digestibilité est déjà connu ; 50 à 60 °/₀ de la matière organique totale contenue dans le foin de prairie naturelle ou de légumineuses est susceptible d'être digérée ; pour les fourrages de très bonne qualité, cette proportion peut s'élever à 70 et 75 °/₀ et descendre à 45 °/₀ pour les pailles et les foins de qualité médiocre.

Les ruminants possèdent une puissance digestive très élevée due sans doute à la disposition de leur estomac. Pendant le séjour que les aliments font dans les deux premiers compartiments, ils subissent une fermentation qui continue le travail déjà commencé, travail qui s'achève après une deuxième mastication.

Digitized by Google

Aussi ces animaux sont susceptibles d'utiliser des fourrages grossiers et fibreux.

Le degré de digestibilité des matières azotées augmente avec leur teneur pour cent dans le foin et dans la paille. Ainsi dans la paille contenant en moyenne 3 °/₀ de matière azotée totale, 26 °/₀ environ sont digestibles, tandis que, dans le foin de luzerne au début de la floraison contenant 16 °/₀ de matière azotée totale, 76 °/₀ sont cédés à la digestion, en y comprenant les amides. D'après des travaux récents, les albuminoïdes du foin de luzerne seraient digestibles dans les proportions de 63,9 à 79 °/₀, selon les aptitudes individuelles ; pour la luzerne verte le degré de digestibilité de l'azote protéïque oscillerait entre 72,4 et 79,2 °/₀.

Les ruminants digèrent de 40 à 60 °/₀ de la cellulose des pailles et des foins naturels. La cellulose des foins des légumineuses est plus difficilement attaquable par les sucs digestifs et a par conséquent un degré de digestibilité moins élevé ; cela semble résulter de la plus grande proportion de fibres ligneuses, ou lignine, corps le plus riche en carbone, que contiennent ces plantes ; cela explique aussi pourquoi le résidu des hydrates de carbone, quels qu'ils soient, est plus riche en carbone que la substance avec laquelle il était combiné.

Les grains, les farines, les sons, les tourteaux, les racines ont un coefficient de digestibilité beaucoup plus élevé que les foins et les pailles. Lorsque les tourteaux ont été bien fabriqués, qu'ils sont de bonne qualité, que le péricarpe ou enveloppe des graines desquelles ils proviennent n'entre dans leur composition que pour une faible proportion, ils cèdent à la digestion de 80 à 90 °/₀ de leur matière sèche ; les corps gras et les albuminoïdes s'y trouvent sous une forme beaucoup plus assimilable que dans les foins,

Digitized by Google

Le résidu de la digestion des animaux nourris avec des aliments concentrés est toujours plus riche en acide phosphorique ; c'est la raison pour laquelle le fumier des animaux qui reçoivent dans leur ration une certaine quantité de ces aliments est plus riche, plus fertilisant que celui provenant d'animaux nourris exclusivement avec du foin.

La puissance digestive du cheval pour le foin, soit à l'état vert, soit à l'état sec, est moins élevée que celle du mouton. Il résulte des recherches de Wolf que ce dernier est susceptible de digérer 7 à 10 °/₀ d'hydrates de carbone, 21 °/₀ de cellulose et 24 à 25 °/₀ de matières grasses de plus que le cheval. Cependant cette différence est beaucoup moins marquée pour le foin de trèfle rouge et de luzerne. La faible puissance digestive du cheval pour la cellulose s'explique par la forme et la dimension de l'estomac, qui semble être en harmonie avec les aptitudes et les affectations de service de cet animal. Pour les grains, la puissance digestive du cheval et du mouton est sensiblement la même quant aux albuminoïdes. Le cheval est capable de digérer 94,5 °/₀ de la matière organique des grains de maïs, 93,3 de celle du son, 84,5 de l'orge et des fèves, 75,1 de l'avoine, 43,3 à 60 °/₀ du foin de prairies naturelles, 49,5 de la paille et 94,15 des carottes.

Le porc a une puissance digestive considérable, elle est supérieure à celle des ruminants, les fibres végétales exceptées, puisqu'il n'absorbe guère que 45 à 48 °/₀ de la cellulose des grains ; il se trouve bien d'une alimentation animale. Les oiseaux ne digèrent pas la cellulose. Pendant quelques jours, nous avons nourri des poules avec de l'avoine étiolée, le péricarpe se retrouva tout entier dans les excréments.

Certaines substances fourragères, telles que fèves,

Digitized by Google

son, maïs, ne sont pas plus facilement digérées cuites que trempées ; l'orge, la farine de lin, le maïs, sont plus avantageux pour le porc lorsqu'ils sont donnés à l'état naturel, l'eau bouillante semble diminuer la digestibilité de leurs principes albuminoïdes.

La qualité des denrées alimentaires a une grande influence sur le degré de digestibilité des principes élémentaires. Les bons fourrages, exempts de toute altération, sont toujours plus assimilables que ceux qui ont souffert ou qui sont de qualité inférieure. On doit aussi tenir compte de l'influence des mélanges ; ainsi la paille, fourrage riche en hydrates de carbone, produira de bien meilleurs effets lorsqu'elle sera additionnée d'un aliment concentré dans des proportions que nous aurons à déterminer plus tard. De même les fourrages riches en principes albuminoïdes, tels que trèfle, luzerne, cèdent à la digestion une plus grande proportion de principes albuminoïdes lorsqu'ils sont mélangés à des aliments hydro-carbonés et surtout des aliments aqueux, comme les tubercules et les racines. Le degré de digestibilité est surtout impressionné par l'âge de la plante. Dans les jeunes plantes, les éléments constituants sont d'une digestion plus facile que chez une autre de même espèce qui est arrivée à un degré de développement plus avancé ; dans les premières, la lignine, qui est presque réfractaire aux sucs digestifs, est à peine développée. Un foin coupé vers le milieu de mai, selon les régions et les années, est susceptible de céder à la digestion 20 °/₀ de plus de la matière organique totale que celui provenant de la même prairie et récolté fin juin ; il peut y avoir un écart de 18 à 19 °/₀ pour les matières albuminoïdes, de 22 °/₀ pour les matières grasses et les hydrates de carbone solubles. De sorte que la composition d'un fourrage ne donne pas une idée exacte de sa valeur alimentaire ;

Digitized by Google

il faut tenir compte du degré de développement et des conditions dans lesquelles il a été récolté. Les herbages, les regains donnent de meilleurs résultats que le foin pour l'engraissement et la production du lait. Les procédés de conservation peuvent aussi faire varier la valeur alimentaire en abaissant le degré de digestibilité. Dans le foin brun, les matières albuminoïdes et les hydrates de carbone perdent de leurs facultés digestives, tandis que la cellulose, devenue plus facilement attaquable par les sucs intestinaux, subit une digestion plus complète et cède une plus grande proportion à l'organisme. Ainsi 60 °/o des matières albuminoïdes d'un bon foin ordinaire sont assimilables, tandis qu'à l'état de foin brun il n'y en a plus que 18 à 20 °/o. De l'herbe coupée le même jour fut en partie convertie en foin, en prenant toutes les précautions pour atténuer autant que possible les pertes résultant du fanage, et l'autre partie fut ensilée. Huit à neuf mois après, ces fourrages furent consommés par des moutons ; on trouva que le foin avait cédé à la digestion 59,8 °/o de la matière organique totale, tandis que le fourrage ensilé n'en avait cédé que 54,2 °/o ; en ce qui concerne les matières azotées, la différence fut encore plus grande ; le foin céda 56 °/o, dont 42 °/o d'albuminoïdes, et l'ensilage 27,2 °/o de matière azotée totale et 1,8 °/o seulement d'albuminoïdes. Il n'y eut qu'une différence de 8 °/o en faveur du foin pour les hydrates de carbone ; l'avantage fut aux fourrages ensilés pour les hydrates de carbone et les matières grasses (71,2 de cellulose et 60 de matières grasses pour le foin). Les fourrages ensilés conviennent donc bien pour l'engraissement ; mais on doit les additionner d'aliments concentrés lorsqu'ils doivent être employés à nourrir de jeunes animaux en voie de croissance.

Digitized by Google

Si à une ration composée de foin et de paille on ajoute des tourteaux, de la farine de graines de légumineuses (pois, vesces, fèves), en un mot un aliment concentré, ces aliments seront à peu près complètement digérés sans que le degré de digestibilité des premiers soit modifié. Il en est de même lorsqu'on mélange ces mêmes substances avec un fourrage riche en matières hydro-carbonées, comme la pomme de terre.

Tout récemment on a conseillé, et avec raison, de faire entrer le sucre et la mélasse dans la ration, mélangés au foin et à la paille. Ces substances, par leur saveur agréable, engagent l'animal à manger ; pour nous l'emploi n'est réellement avantageux qu'autant qu'elles ne dépassent pas 10 °/o de la matière sèche totale de la ration ; au-dessus de ce chiffre, la digestibilité des albuminoïdes est sensiblement diminuée. L'amidon ajouté aux aliments azotés favorise la digestion de ces derniers tout autant que le rapport des matières azotées aux matières non azotées ne dépasse pas $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{9}$ pour les ruminants selon les aptitudes individuelles et $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{7}$ pour les solipèdes. Nous trouverons plus tard d'autres explications, car ces rapports, qu'on a désignés sous le nom de relation nutritive d'un aliment ou d'une ration, ont une signification toute autre que celle qu'on leur a donnée. Ainsi donc les aliments azotés doivent être mélangés à des aliments hydrocarbonés et inversement, pourvu toutefois qu'on ne dépasse pas certaines proportions.

Pour obtenir la relation nutritive, dont nous sommes obligé de dire un mot, on divise la quantité de matières hydro-carbonées par la quantité de matières azotées. Le quotient donne le dénominateur de la fraction, qui dès lors a l'unité pour numérateur. Si on voulait obte-

Digitized by Google

nir la relation nutritive complète, on ajouterait aux matières hydro-carbonées la somme des matières cellulosiques, ce rapport permet de se rendre compte du volume de la ration. Les matières hydro-carbonées ne doivent jamais être au-dessus de 15 °/o de la teneur de la ration en matière sèche.

Le sel commun ou *chlorure de sodium* est un condiment qui fournit au sang un des éléments indispensables à l'accomplissement des phénomènes d'hématose, c'est-à-dire à la transformation du sang noir en sang rouge. Un excès de sel excite la soif, active l'excrétion azotée ; quant à l'action de ce corps sur la digestibilité des principes immédiats de la ration, elle est inconnue jusqu'à ce jour.

Les conditions particulières dans lesquelles se trouvent les animaux exercent une influence sur la digestibilité des aliments. On rencontre des sujets d'une même espèce qui assimilent la plus grande somme possible des principes nutritifs contenus dans la ration, tandis que d'autres les assimilent au minimum. Ce sont là des conditions individuelles inhérentes à la nature même de l'animal et qui peuvent tromper les prévisions résultant des calculs faits avec les tables de digestibilité. Tout ce qui est susceptible d'augmenter le bien-être des animaux favorise la digestion. L'exercice, un travail modéré, la sécrétion lactée ont pour conséquence d'exciter l'activité des fonctions digestives en tant que l'état de santé n'est pas altéré ou compromis. Chez les animaux soumis à l'engraissement, quelle que soit leur aptitude à s'assimiler les éléments de la ration,il arrive toujours un moment où les fonctions digestives sont fatiguées ; il est nécessaire de recourir à des excitants de l'estomac et malgré tout l'assimilation n'est jamais aussi complète qu'au début de l'opération.

Digitized by Google

V

Valeur relative, valeur marchande des substances alimentaires.

La valeur alimentaire d'un fourrage ne dépend nullement de sa teneur en principes albuminoïdes, comme on l'a cru pendant longtemps ; non plus de la quantité de chaleur qu'il est capable de produire ; mais bien, d'après les travaux les plus récents, de sa capacité glycogénitique, et, si on le considère au point de vue de l'engraissement, de la chaleur de formation des principes albuminoïdes qu'on peut momentanément diviser en trois classes, comme nous le démontrons plus loin ; on a ainsi tous les éléments pour apprécier la quantité de viande et de graisse qu'on peut obtenir, en même temps que la mesure du travail mécanique.

Dans une ration bien comprise, les albuminoïdes ne doivent que réparer les pertes de l'organisme, ou être tous utilisés pour la production de la matière azotée animale ; car si ces albuminoïdes sont brûlés, l'unité de chaleur et comme conséquence l'unité de mesure du travail reviennent à un prix trop élevé. Ce résultat sera obtenu chaque fois qu'on apportera tous les soins nécessaires pour composer une ration afin de la maintenir dans les conditions les plus avantageuses indiquées par les rapports $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{8}$. Ces rapports ne s'appliquent pas seulement à la ration, mais aussi à l'animal. Lorsqu'ils donnent leur plein effet, cela indique que l'animal est dans un état d'équilibre de nutrition convenable. Dans le chapitre suivant, nous apprécierons la valeur thermo-dynamique d'un aliment et nous verrons que cette valeur n'est pas tou-

Digitized by Google

jours en raison de sa composition. Si la valeur calorifique du maïs est supérieure à celle du tourteau de lin, riche à la fois en corps gras et en principes albuminoïdes, cela tient à sa plus grande digestibilité. Un poids égal de maïs, de froment, de pois, de tourteau aura une valeur nutritive presque égale, lorsque l'une ou l'autre de ces substances sera consommée mélangée avec un autre fourrage qui contrebalancera leur teneur en principes albuminoïdes de manière à ce que la ration ait une relation nutritive normale.

Dans la composition d'une ration on peut substituer les unes aux autres bon nombre de substances fourragères, sans modifier le degré de digestibilité de la ration, c'est-à-dire sans altérer sa capacité isoglycosique, ou calorifique en partant du glycose. La valeur nutritive d'une ration n'est donc pas absolue, elle est subordonnée à la composition des fourrages qui entrent dans le mélange. Un éleveur pourra toujours faire des substitutions avantageuses en surveillant le prix des denrées sur le marché, en vendant les produits qui ont la plus grande valeur commerciale et les remplaçant par d'autres d'un prix moins élevé. Toutefois on devra tenir compte de la valeur du fumier produit dans les deux cas, car il ne faudrait pas s'exposer à perdre d'un côté ce qu'on aurait gagné de l'autre. On ne saurait trop le répéter : quelle que soit la valeur des substances fourragères, seraient-elles de qualité supérieure, il faut, pour en obtenir un effet *maximum* et *économique*, que les principes albuminoïdes et hydro-carbonés se trouvent associés dans la ration, dans des proportions telles que les premiers ne soient jamais distraits de leur véritable destination, proportions variables avec l'âge, le degré d'engraissement de l'animal et le degré de digestibilité des principes immédiats. Si avec l'alimentation au sucre M. Grandeau a pu obtenir de bons effets

Digitized by Google

d'une ration ayant une relation nutritive de $\frac{1}{22}$, cela tient à ce que le sucre, éminemment soluble, n'a besoin de subir aucun travail dans les organes digestifs et qu'il lui suffit de s'hydrater pour être transformé en glycose. Il ne faudrait cependant pas exagérer, il est des limites même avec le sucre qu'on ne saurait dépasser et même auxquelles il ne faudrait pas s'arrêter longtemps. Les aptitudes individuelles des animaux, le degré de digestibilité des fourrages qui entrent dans la ration seront un guide qui permettra d'apprécier si on doit élargir plus ou moins la relation nutritive ; il appartiendra au praticien d'avoir suffisamment de tact pour juger de la valeur de ses denrées et déterminer dans quelles proportions elles doivent entrer dans la ration pour que l'opération soit économique. Les considérations dans lesquelles nous entrerons plus tard permettront de mieux fixer les idées sur ce sujet.

Nous avons déjà dit qu'on désigne sous le nom de relation nutritive physiologique le rapport qui existe entre les matières azotées MA et les matières non azotées MNA $\left(\frac{MA}{MAN}\right)$. Afin d'avoir un rapport aussi convenable que possible, comme les matières grasses ont une capacité calorifique 2,4 fois plus forte que l'amidon, on multiplie les matières grasses par le facteur 2,4 Si on n'a en vue que ce qu'on est convenu d'appeler la ration d'entretien, il y a là un peu de vérité de même que pour la ration d'un animal de travail ; mais, pour une ration d'engraissement, le principe est faux.

Jusqu'à ce jour, on avait considéré l'azote total comme appartenant aux albuminoïdes tandis qu'en réalité les amides devraient être reportés avec les corps non azotés ; c'est du moins la doctrine qui a une tendance à prédominer. Avec ce que nous savons mainte-

Digitized by Google

nant sur la digestion des albuminoïdes, pouvons-nous affirmer que tous les amides contenus dans les fourrages sont impropres à être synthétisés pour la formation des matières azotées animales. Jusqu'à ce que des travaux nouveaux nous fournissent des renseignements plus positifs, on ne se préoccupera que des albuminoïdes. Les betteraves, les navets ne contiennent que peu de principes protéïques. Si on les considère au point de vue de leur teneur totale en azote, le rapport des matières azotées aux matières non azotées est de $\frac{1}{9,1}$ tandis que, si on ne tient compte que des matières albuminoïdes, ce rapport est de $\frac{1}{42,2}$. De même pour la pomme de terre, nous avons les deux rapports $\frac{1}{13}$ et $\frac{1}{30,3}$. La faible teneur des pailles et des racines en matières azotées albuminoïdes digestibles explique les bons effets qu'on obtient en les mélangeant avec des aliments concentrés. Par ce moyen on élève la valeur nutritive des aliments concentrés en rendant les albuminoïdes plus facilement assimilables, ou mieux sans doute en les dirigeant plus sûrement vers leur véritable destination, et on augmente aussi le degré de digestibilité des hydrates de carbone. Un mélange de foin de trèfle ou de luzerne avec des tourteaux ou des farines de légumineuses demeurera presque toujours sans effet, surtout chez les animaux adultes ; tandis que la farine d'orge ou de maïs, plus riche en matières hydro carbonées, donnera des résultats meilleurs et plus certains, toutes choses étant égales d'ailleurs en tant que facultés individuelles des animaux qui les consommeront. Chez un animal jeune, comme chez un animal arrivé à une certaine période d'engraissement, la proportion des albuminoïdes devra être plus élevée que chez un animal adulte en bon état

Digitized by Google

d'entretien, afin de favoriser le développement du premier et de maintenir le second au moins en état constant d'équilibre de nutrition. La proportion d'albuminoïdes pourra être moindre pour les ruminants que pour les solipèdes, cela vient de ce que nous savons déjà : que les solipèdes ont une puissance digestive relativement élevée pour les matières azotées, et de ce que aussi les ruminants ont la faculté de digérer et d'assimiler les hydrates de carbone dans de plus grandes proportions. Du reste la faculté digestive pour les albuminoïdes semble être pour chaque espèce en raison directe de la dépense probable de matière azotée pour l'unité de temps et l'unité de poids vivant. La quantité de matières albuminoïdes doit donc varier avec les circonstances et avec les espèces. Ce serait d'une pratique à la fois vicieuse et onéreuse, de porter au maximum la quantité de matières albuminoïdes dans une ration pour un bœuf à la première période de l'engraissement, puisque le même résultat peut être obtenu avec une quantité voisine à celle qui correspond à l'état actuel d'équilibre de nutrition. Cela permet d'utiliser des fourrages d'une faible valeur marchande et par contre d'élever les bénéfices.

La valeur nutritive des aliments aqueux ne correspond pas toujours à leur composition et est même souvent en dessous parce qu'une partie des principes assimilés est employée à élever la température de l'eau au niveau de celle du corps. Nous pouvons admettre sans exagération que les racines contiennent en moyenne 80 °/₀ d'eau. Une ration dans laquelle entrent 40 kilogrammes de betteraves par exemple contiendra, en plus de l'eau qui sera dans les autres aliments, 39 kilogrammes d'eau qui nécessiteront 949 calories pour être portés de 14° à 39°,7 chez le bœuf, correspondant à une dépense en glycose de 281 grammes, qui

Digitized by Google

seront dépensés en pure perte. Ceci explique encore pourquoi les aliments portés à une certaine température favorisent l'engraissement. On comprend donc pourquoi la quantité d'eau contenue dans une ration influe sur le résultat final ; aussi faut-il que cette proportion d'eau se trouve dans de certaines limites. Dans la ration du cheval, la proportion d'eau doit être comme 2 ou 3 est à 1; dans celle des bovidés comme 4 est à 1, dans celle des moutons comme 2 est à 1. Lorsque les moutons sont nouvellement tondus, la quantité d'eau doit être moindre que pour des animaux portant une toison bien fournie, bien tassée comme on dit. Chez les premiers, un excès d'eau est toujours cause de déperditions alimentaires ; le rayonnement étant plus considérable, il y a déperdition de chaleur et par conséquent d'aliments. Supposons un mouton nourri exclusivement avec des racines contenant environ 92 °/₀ d'eau dont 76 sont en excès sur ce qui est nécessaire pour assurer une bonne nutrition. Pour porter cet excès d'eau à la température du corps, l'animal devra consommer environ 60 grammes d'amidon correspondant à 66 grammes de glycose et à peu près à 9 °/₀ des matières hydro-carbonées contenues dans la ration. Les conditions dans lesquelles nous venons de nous placer ne se rencontrent jamais dans la pratique, car un mouton nourri dans ces conditions ne tarderait pas à devenir cachectique. Si nous tenions compte des déperditions provenant d'un supplément d'excrétion d'urée et des exhalaisons, nous verrions que la proportion de matières alimentaires consommées en pure perte est plus élevée.

Il est difficile d'assigner une valeur argent aux fourrages récoltés sur la ferme ; cette valeur ne saurait être cotée au prix des denrées sur le marché. Du reste les mercuriales sont très variables. Un fourrage n'a pas

Digitized by Google

de valeur absolue ; par les mélanges il peut acquérir une plus-value ; un foin mal récolté par exemple sera plus utilement consommé par les ruminants que par les solipèdes ; les aliments aqueux peu riches gagnent à être mélangés avec les fourrages secs. D'autre part, celui qui vend a l'intention, le plus généralement, de réaliser un bénéfice sur le prix de revient et on ne saurait grever le compte bétail de ce bénéfice, puisqu'il n'a rien perçu en plus de la denrée alimentaire. Pour les aliments concentrés qu'on demande à l'industrie, le prix d'achat règle le prix de revient et encore, lorsqu'on établit le compte bétail, faut-il tenir compte des matières fertilisantes qui se retrouvent dans le fumier.

Le prix de revient des fourrages venus sur la ferme dépend de la valeur locative du sol, de l'impôt dont ce sol est grevé, de la valeur des fumures et de la main-d'œuvre ; cette dernière est excessivement variable et difficile à apprécier. Lorsque les travaux sont faits par des hommes qui louent leurs services et qui par conséquent sont censés réaliser des bénéfices sur leurs entreprises, le problème est facilement résolu. Mais, lorsque les travaux sont exécutés en tout ou en partie par les tenanciers, qu'ils soient propriétaires ou fermiers, la question se complique, car le salaire journalier ne pourra être évalué qu'après avoir fait la répartition des charges, et la différence représentera le prix de la journée, de la nourriture, etc. Si l'entreprise est avantageuse, le prix de cette journée devra ressortir à un taux moins élevé que celui d'un manœuvre à gages fixes qui, lui, réalise des bénéfices sur son entreprise, car le bénéfice résultant de l'exécution du travail ne devra pas être tenu en compte, puisqu'il entrera en caisse, ou mieux en magasin avec le fourrage. On ne saurait non plus inscrire les labours au compte dé-

Digitized by Google

penses au même tarif qu'on paierait un entrepreneur ; c'est cependant ce qu'on fait généralement. Pour le fermier ou le propriétaire, la valeur du labour est représentée par la somme de *combustible* dépensé par l'attelage pour développer la force nécessaire pour ce travail, plus l'usure des instruments. Si la ration est à peu près bien comprise, les animaux ne gagneront ni ne perdront en poids. Si elle est mieux comprise encore, et si l'exploitation est judicieusement conduite, tout en fournissant la somme de travail demandée, les animaux augmenteront de poids. C'est ce qui fait que l'exploitation avec les bêtes bovines est plus économique qu'avec des chevaux adultes, parce qu'en même temps qu'on dépense de la force on peut toujours créer du capital. A la valeur du combustible dépensé on doit ajouter le prix de la journée du laboureur décomptée comme nous l'avons déjà indiqué en tenant compte de la nourriture. Le problème est des plus complexes, nous ne pensons pas qu'il soit insoluble.

A défaut d'éléments exacts d'appréciation, nous devons chercher à établir la valeur marchande d'un fourrage par des moyens détournés, une denrée alimentaire vaut par sa puissance glycosique. Ce sont les matières grasses qui d'après cela devraient avoir la plus grande valeur, à l'inverse de ce qui se passe sur le marché où les matières azotées atteignent les prix les plus élevés, et cela avec raison, car la viande qui est le résultat de leurs transformations est le produit qui est le plus estimé et le plus recherché. Si nous considérons un fourrage comme producteur de force, nous devons le coter en raison directe de son rendement en glycose ; dans tous les cas, il faut en défalquer les matières fertilisantes retrouvées dans le fumier. Il est d'usage d'attribuer aux matières azotées une valeur de 0 fr. 40, aux matières

Digitized by Google

grasses une valeur de 0 fr. 20 et aux matières non azotées 0 fr. 10. Ce sont là des prix qu'on ne saurait appliquer en toutes circonstances. Les principes constituants ne sauraient avoir une valeur absolue, immuable ; il est évident que cette valeur doit varier selon que le fourrage devra être employé, puisque nous savons que ses effets dépendent de la composition de la ration et peuvent varier avec l'espèce. La valeur d'un foin grossier, mal récolté, des pailles, varie selon qu'ils sont employés seuls ou mélangés avec des aliments concentrés ; ils trouvent du reste un emploi plus utile lorsqu'ils sont consommés par des ruminants que par des chevaux. Les tourteaux, les graines de légumineuses ont une valeur alimentaire plus élevée lorsqu'ils sont mélangés dans des proportions convenables avec de la paille ou avec des racines, parce qu'ils élèvent eux-mêmes la qualité de la ration dont l'animal profitera. Les aliments aqueux peu riches produisent de meilleurs effets mélangés avec des aliments secs dont la relation est plus élevée. La valeur des fourrages qui doivent être mélangés pour constituer une ration dépend surtout de l'habileté du nourrisseur à faire ces mélanges. Enfin, il est une chose qu'on ne saurait coter : c'est la saveur. Tel fourrage pris avec avidité, avec satisfaction, produira de meilleurs résultats qu'un autre d'une composition plus favorable, mais qui ne sera accepté qu'avec une certaine répugnance. De sorte qu'en variant le régime, en évitant la satiété, on obtiendra de meilleurs résultats. Ces considérations succinctes nous prouvent suffisamment que les chiffres ci-dessus et généralement acceptés sont des bases fragiles qu'on ne saurait prendre qu'à titre de renseignements, à défaut d'autres éléments d'appréciation. Le seul moyen à notre avis de donner une estimation à une récolte fourragère, c'est de recourir

Digitized by Google

à la comptabilité un peu compliquée, il est vrai, dont nous avons donné un aperçu.

En Allemagne, Kuhn calcule la valeur argent d'un fourrage en partant de ce principe, que, la relation nutritive moyenne étant de $\frac{1}{6}$, on peut considérer l'unité de protéïne digestible comme équivalent à six parties de matières hydro carbonées digestibles, la graisse étant ramenée à l'amidon en multipliant par le facteur 2,4 pour les raisons déjà indiquées; donc un kilogramme de protéïne digestible vaut autant que 6 kilogrammes de matière hydro-carbonée. D'après cela, les principes immédiats sont décomposés en unités en partant des hydro-carbonates et on a :

1 kil. d'amidon, sucre, etc. = 1 unité nutritive.
1 kil. graisse..... ... = 2,4 unités nitritives.
1 kil. protéïne..... = 6 unités nutritives.

Prenons au hasard un fourrage quelconque, le foin de luzerne, par exemple, nous aurons :

Matière sèche.....	84,3.		
Protéïne brute.....	14,4,	dont 10	digestibles.
Matière grasse brute	2,2,	dont 1	digestible.
Matières hydro-carbonées,	31,3,	dont 21	digestibles.
Cellulose brute	29,	dont 12,5	digestibles.

En décomposant en unités nutritives, nous avons :

10 protéïne digestible × 6 =	60 unités nutritives.
1 matière grasse digestible × 2,4 =	2,4 unités nutritives.
21 matières hydro carbonées digestibles..... 12,5 cellulose utilisable.....	33,5 unités nutritives.
100 kilog. de foin de luzerne contiennent donc	95,9 unités nutritives.

Digitized by Google

En divisant le prix de 100 kilogrammes de foin de luzerne, on a le prix de l'unité nutritive :

Prix du foin de luzerne : 5 francs les 100 kilogrammes = 0 fr. 052 l'unité nutritive.

Ce mode de calcul du prix d'une ration doit être rejeté, il ne répond à rien. D'abord il n'est pas exact de dire que la relation nutritive doive toujours être de $\frac{1}{6}$, lorsque, selon la qualité des denrées, selon les espèces, la relation nutritive descend à $\frac{1}{9}$ et même à $\frac{1}{22}$ comme dans le cas des expériences de M. Grandeau sur l'emploi du sucre dans l'alimentation ; faut-il en conclure que la protéïne a une puissance nutritive vingt-deux fois plus grande que celle des matières hydro-carbonées, tandis que d'après les données actuelles, dans la dernière période de l'engraissement, cette même relation est de $\frac{1}{4}$. Mais on ne peut comparer et additionner entre elles que des unités de même nature ; ici on compare et on additionne des unités plastiques avec des unités énergitiques. Et puisque quand même il faut avoir recours aux mercuriales, il est plus simple d'en déduire immédiatement l'unité de poids, soit le kilogramme, soit l'hectogramme. Les données du problème étant fausses, le résultat ne saurait être exact. Il serait plus juste de réduire tous les principes immédiats en glycose, c'est-à-dire en substance énergitique, et de se reporter au cours de glucose ; on aurait ainsi une des valeurs zootechniques de la ration.

Digitized by Google

VI

Valeur dynamique des aliments.

On appelle unité de chaleur ou calorie la quantité de chaleur nécessaire pour élever de un degré la température d'un kilogramme d'eau.

Le kilogrammètre est le travail nécessaire pour élever un kilogramme à un mètre de hauteur en une seconde. On entend par travail mécanique d'un moteur le produit de l'effort qu'il exerce par le chemin parcouru par cet effort.

D'après M. Joule, l'équivalent mécanique de la chaleur est la quantité de travail qu'une unité de chaleur ou calorie peut produire. A la suite de nombreuses expériences, on a fixé l'équivalent mécanique de la chaleur à 425 kilogrammètres ; c'est à-dire que la quantité de chaleur nécessaire pour élever de un degré un kilogramme d'eau peut développer une force motrice capable de soulever un poids de 425 kilogrammes à un mètre de hauteur en une seconde.

La chaleur se transforme en travail ou en puissance vive ; la chaleur est une forme du travail.

On donne le nom de travail mécanique au produit d'une force exprimée en kilogrammes par le chemin parcouru exprimé en mètres. Le chemin parcouru doit être compté suivant la direction de la force.

Depuis les travaux de Lavoisier, on a comparé la machine animale à une machine à vapeur industrielle. Dans les deux cas, il y a consommation de combustible, c'est-à-dire combustion, oxydation et, comme résultat final, transformation de la chaleur produite en force ; cette conception de la machine animale fut introduite par Fick dans la physiologie. La comparai-

Digitized by Google

son n'est pas rigoureusement exacte. Le muscle qui se contracte brûle son combustible, s'use et se régénère à chaque instant, tandis que la machine à vapeur ne renouvelle pas sa charpente et n'est pas en même temps chaudière et moteur. D'un autre côté il ne semble pas que la chaleur dégagée par l'organisme animal soit la conséquence d'une combustion dans l'acception du mot. « Toute manifestation vitale dans l'être vivant est nécessairement liée à une destruction organique. » Or la contraction du muscle est un phénomène vital et non l'expression d'une force physique. Nous dirons même que la chaleur dégagée pendant la contraction n'est pas cause de cette contraction, mais en est la conséquence.

Les principes immédiats d'un aliment ne sont pas brûlés en nature, avant ils subissent des transformations qui les rendent assimilables. Les principes albuminoïdes sont tantôt brûlés jusqu'à urée avec production d'acide carbonique, tantôt ils sont hydratés et oxydés incomplètement avec production de corps gras et acide lactique ; enfin dans la formation des matières azotées animales, il y a dédoublement par hydratation avec fixation d'une partie et production de corps gras d'urée et d'acide carbonique. Les substances féculentes sont transformées en glycose par hydratation ; les substances grasses subissent deux espèces de modifications : l'une physique, l'émulsion, l'autre chimique, la saponification ou dédoublement par hydratation en acides gras et glycérine. « En général, lorsqu'un principe organique se dédouble en deux autres substances (ou un plus grand nombre), la chaleur dégagée ou absorbée est égale à la différence entre la chaleur de formation des produits et celle du principe initial. » 180 grammes de glucose se dédoublant en alcool et acide carbonique par fermentation dégagent 71 calo-

Digitized by Google

ries. On voit combien est importante la somme de chaleur qui se produit seulement pendant la digestion. Cette quantité de chaleur, plus celle qui se produit au moment de la fixation de l'oxygène sur les globules du sang, est inconnue, elle ne nous est d'aucune nécessité pour le calcul de la force développée. Elle est utilisée en tout ou en partie pour le fonctionnement des organes internes, ou absorbée au moment où l'acide carbonique se dégage sous un volume gazeux à peu près égal à celui de l'oxygène absorbé. Du reste il se produit des compensations sur les divers points de l'organisme ; les produits de l'oxydation intérieure autres que l'acide carbonique perdent leur calorique par voie de condensation, puisqu'ils sont naturellement liquides ou dissouts.

D'après les travaux de Stohman, Rubner, Berthelot, 1 gramme de principes immédiats d'un aliment, en brûlant au contact de l'oxygène, fournirait les quantités suivantes de chaleur.

Matière albuminoïde sèche	5 calories 754.
Graisse de porc.....	9 calories 423.
Amidon	4 calories 116.
Glucose.....	3 calories 692.
Urée	2 calories 523.
Cellulose	4 calories 146.

Les matières albuminoïdes ne subissent qu'une oxydation incomplète ; il reste toujours une certaine quantité d'urée (0 gramme 355, pour 1 gramme d'albuminoïdes), qui passe dans les urines. En vertu du théorème des oxydations incomplètes : « L'oxydation incomplète d'un principe immédiat par l'oxygène libre dégage une quantité de chaleur égale à la différence entre la chaleur de combustion du principe et celle des produits actuels de sa transformation », la chaleur

Digitized by Google

produite par les albuminoïdes brûlant à l'air libre doit être diminuée de celle que produirait l'urée dans les mêmes conditions, c'est-à-dire de 0,355 × 2,523, et il reste pour le pouvoir calorifique de l'albumine 4 calories 860. Rubner a démontré expérimentalement que ce chiffre était encore trop élevé et l'a fixé à 4 calories 0473 seulement.

Si on représente par 100 la capacité calorifique de la graisse, on a pour l'équivalent isodynamique des principes immédiats :

Graisse.....	100.
Amidon...	229.
Sucre de canne.....	235.
Albumine.....	235.
Glucose.....	255.

Mais les principes alimentaires ne sont pas brûlés dans l'organisme à leur état naturel ; nous avons vu qu'ils étaient hydratés et oxydés, et ce sont les produits de ces transformations qui sont absorbés et consommés. D'autre part, la valeur calorifique totale d'un aliment ne saurait être considérée comme représentant sa valeur cinétique, il faut tenir compte des exigences de l'organisme pour l'accomplissement des fonctions physiologiques ; rien que le travail du cœur chez le cheval équivaut à 146,880 kilogrammètres par jour et représente 330 calories qui demeurent acquises au bénéfice de la chaleur animale.

Pour aussi séduisante que soit la théorie purement physique ou mécanique de la production de l'énergie, elle ne paraît pas pouvoir nous donner la mesure exacte du travail dont un moteur animé est capable.

Les partisans de l'oxydation directe dans l'organisme à l'aide d'agents, de ferments spéciaux, avaient déjà mis en doute l'absolutisme de la théorie mécanique ;

Digitized by Google

ils avaient imaginé qu'une substance essentielle du muscle, l'*inogène*, pouvait se dédoubler par oxydation en acide carbonique, acide sarcolactique et myosine avec dégagement de chaleur et production de travail mécanique. Traube considérait la myosine comme étant l'agent de l'activité musculaire.

Les travaux récents de M. Chauveau ont ruiné la théorie mécanique, qui a fait place à une théorie physiologique, basée sur l'expérimentation scientifique dont l'application en zootechnie aura les conséquences pratiques les plus heureuses.

Le fait est aujourd'hui acquis : l'énergitique musculaire ne résulte pas de la combustion directe des principes immédiats de l'aliment, mais bien de la transformation de ces principes en glycose ; c'est-à-dire que la valeur trophique d'un aliment est en raison directe de son rendement en glycose.

Rendement en glycose des principes immédiats :

100 grammes de graisse fournissent par oxydation	161 gr. de glycose.
100 grammes d'amidon fournissent par hydratation.....	110 gr. de glycose.
100 grammes de sucre de canne fournissent par hydratation.....	105 gr. de glycose.
100 grammes d'albumine fournissent par hydratation et oxydation.....	80 gr. de glycose.
100 grammes de glucose fournissent par oxydation.....	100 gr. de glycose.

Le théorème des oxydations directes et indirectes n'est d'aucune importance pour nous, car la chaleur dégagée au moment de la fixation de l'oxygène sur les globules

Digitized by Google

du sang se trouve dans l'évaluation totale de la chaleur animale, puisque cette première fixation a lieu dans l'intérieur du corps. La quantité totale de chaleur dégagée demeure donc la même que si l'oxygène libre agissait directement.

D'après l'équivalent mécanique de la chaleur, on peut écrire $\frac{T}{C} = 425\ T =$ travail $C =$ chaleur dépensée ou éteinte dans une transformation thermo-dynamique.

VII

Ration d'entretien.

La ration d'entretien, c'est la ration nécessaire pour entretenir un animal au repos sans qu'il augmente ni ne diminue de poids. Telle est la définition classique ; mais on ne dit pas dans quel état se trouve l'animal. Il peut être en très bon ou très mauvais état ou dans un état intermédiaire. Pour être complète, cette définition devrait être modifiée de la manière suivante : la ration d'entretien est celle qui convient à un animal pour l'entretenir au repos à *l'état actuel* sans qu'il augmente ni ne diminue de poids. De sorte que, pour un même animal, la ration d'entretien est essentiellement variable et ne peut servir de point de départ au calcul d'une ration de production. A proprement parler, la ration d'entretien n'existe pas, du moins telle qu'on l'a considérée jusqu'à ce jour. Il y a une ration nécessaire, indispensable pour assurer les échanges respiratoires en vue de l'accomplissement des actes physiologiques compatibles avec l'existence, le sujet restant au repos et les combustions étant réduites au minimum ; toute autre ration est une ration d'équilibre de nutrition.

Digitized by Google

Les deux éléments qui pèsent sur l'intensité des combustions respiratoires sont la surface et le poids du corps ; la surface sert de mesure au rayonnement calorifique, il semble donc qu'elle doive aussi servir de mesure aux combustions chargées de compenser les effets de ce rayonnement. De sorte que d'une manière générale, et toutes choses étant égales d'ailleurs, la valeur absolue des combustions est proportionnelle à la surface du corps; cette surface doit donc régler l'intensité de l'alimentation.

La formule qui permet de calculer la surface du corps, proposée par Meeh, est représentée par $S = K\sqrt[3]{P^2}$, K étant une constante égale à 11,2. Si réellement les combustions sont en raison directe des surfaces, les animaux à sang chaud doivent produire, pendant l'unité de temps et pour l'unité de surface, la même quantité d'acide carbonique. Or il n'en est pas ainsi ; entre chaque espèce il y a un écart considérable. Le bœuf émet, d'après Henriot et Richet, 3 gr. 70 d'acide carbonique par mètre carré et par heure, le mouton 2 gr. 25, l'homme 2 gr., etc.

La physiologie nous enseigne que l'intensité des combustions respiratoires se règle exclusivement sur les besoins de l'organisme ; cette intensité des combustions exprime la totalité des dépenses chimiques consacrées à l'entretien de l'animal et par conséquent nécessaires pour assurer la fixation de son poids et la température centrale.

L'oxygène consommé par un animal recevant une ration d'entretien est précisément égal à celui qui serait nécessaire à la combustion des produits immédiats désassimilés dans le même temps par cet animal, ce qui explique et excuse l'erreur commise dans l'appréciation de la valeur trophique des aliments d'après

Digitized by Google

leur valeur calorifique. On peut encore et mieux exprimer cette loi de la manière suivante : L'oxygène consommé par un animal recevant une ration d'entretien est égal à celui qui serait nécessaire à la transformation en glycose des principes immédiats assimilés et à la combustion de ce glycose.

La quantité d'oxygène consommé par unité de poids et de temps représente le coefficient respiratoire. Si on multiplie ce coefficient par le pouvoir calorifique de l'oxygène, 4,775, on aura le coefficient thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur correspondante aux unités de poids et de temps.

Le coefficient respiratoire et le coefficient thermique, selon l'expression de Laulanié, sont les constantes de la vie normale chez l'animal au repos et en équilibre de nutrition.

	Coefficient respiratoire en O^2 chez les espèces domestiques.	Coefficient thermique	Oxygène consommé par 24 hres et par kil.
Cheval,	0 litre 233 × 4,775 =	1,112575	5 litres 592
Cheval,	0 litre 244 × 4,775 =	1,1651	5 litres 856
Cheval,	0 litre 243 × 4,775 =	1,16232	5 litres 832
Cheval,	0 litre 250 × 4,775 =	1,193	6 litres
Bœuf,	0 litre 224 × 4,775 =	1,0696	5 litres 276
Bœuf,	0 litre 220 × 4,775 =	1,0505	5 litres 28
Veau, porc,	0 lit. 300 à 0 lit. 350 =	1,4325 à 1,671	25 71. 2 à 81. 3
Mouton,	0 litre 281 × 4,775 =	1,341775	6 litres 544.

Les documents ci-dessus ont été empruntés aux éléments de physiologie de Laulanié ; il n'est pas surprenant de trouver quelques écarts surtout pour le cheval, à cause des différences de taille, de race et de tempéraments plus ou moins irritables ; le coefficient 0,233 est une moyenne des recherches de Zuntz et Lehmann. La moyenne des quatre coefficients 0,2425 peut être acceptée pour les besoins de la pratique courante ; lorsqu'on voudra établir une ration écono-

Digitized by Google

mique, il faudra tenir compte de certaines influences, surtout de l'état des téguments ; les animaux à poils ras ont un coefficient respiratoire plus élevé que ceux qui sont recouverts d'une épaisse fourrure.

La tonte a une grande influence sur l'intensité des combustions ; mais ses effets sont variables avec la saison, l'âge des animaux et le soin avec lequel l'opération a été faite. Chez le cheval il y a généralement une exagération des combustions de 60 et 70 c/o, et chez les chevaux fins irritables les dépenses chimiques de l'organisme peuvent être de 100 pour 100 plus élevées qu'à l'état normal.

L'oxygène consommé par un animal ne saurait avoir d'autre destination possible que la *combustion* et la *transformation* des principes immédiats ; cet oxygène peut servir à mesurer la somme des calories développées dans l'organisme pendant la période de *transformation* et de *combustion*.

Il existe un rapport constant entre la quantité des principes organiques dépensés dans la combustion et l'oxygène employé dans cette combustion. La consommation de un litre d'oxygène implique la combustion de 0 gr. 937 d'albumine, 0 gr. 488 de graisse ou 1 gr. 20 d'amidon. L'oxygène dépensé dans les combustions organiques produit sensiblement la même quantité de chaleur, quel que soit le régime des animaux. Le coefficient thermique moyen de 1 litre d'oxygène est de 4 calories 775, d'après Laulanié, il pourrait s'élever à 4 calories 980 chez les herbivores. Si donc nous connaissons, en partant du coefficient respiratoire, la quantité d'oxygène consommée par un animal, nous pourrons en déduire la quantité des principes immédiats nécessaires dans la ration d'équilibre de nutrition appelée à tort ration d'entretien.

Digitized by Google

D'après l'école allemande, qui a fait autorité jusqu'à ce jour, on attribue aux albuminoïdes et à l'amidon une chaleur de combustion égale à 4 calories 1 ; les graisses ayant une chaleur de combustion 2,4 fois plus grande, on les multiplie par le facteur 2,4, afin de les évaluer en amidon et albumine, de sorte que la chaleur de combustion d'une ration peut être représentée par la formule suivante :

$$[MA + MNA + (mg \times 2{,}4] \times 4 \text{ cal. } 1.$$

Ce mode d'appréciation de la valeur d'une ration nous paraît plus ingénieux que rigoureux; 10 grammes de graisse en brûlant produisent 94 calories 23. Si nous multiplions par 2,4 pour les évaluer en amidon, nous aurons l'équivalent supposé de 24 grammes d'amidon qui, en brûlant, produiraient 98 calories 784, soit une différence en plus de 4 calories 554, presque la valeur calorifique de 1 litre d'oxygène, ce qui peut entraîner la consommation de 0 gr. 937 d'albuminoïdes ; si ladite transformation porte sur une ration contenant 100 grammes de corps gras, on est exposé à dépenser, rien que pour la calorification, 7 gr. 496 d'albuminoïdes.

La puissance thermogène d'un aliment ne donne pas sa valeur trophique ou nutritive. Depuis la publication des travaux de M. Chauveau, nous savons que la valeur trophique d'une ration est en raison directe de son rendement en glycose, qu'il s'agisse d'une ration de travail ou d'une ration dite d'entretien. Cette vérité, déduite des recherches physiologiques, ressort très clairement des rations dites d'entretien établies expérimentalement et sera encore mieux mise en évidence lorsque nous étudierons les rations de production.

Digitized by Google

Nous prendrons pour exemples les rations d'entretien établies, en 1884, par MM. Grandeau et Leclerc dans leurs recherches sur l'alimentation au foin, dans lesquelles les principes immédiats de 8 kilogrammes de foin furent suffisants pour maintenir les animaux en équilibre de nutrition, du moins en apparence. « Nous disons en apparence, car la constance du poids vif d'un animal est trompeuse ; il se produit toujours des modifications profondes dans les tissus et dans les proportions relatives des éléments qui les constituent. »

Avant d'aborder l'analyse de ces rations, il est nécessaire d'exposer certains principes de chimie biologique.

Nous avons dit, page 62, que l'amidon et le sucre étaient transformés en glycose par hydratation : nous devons ajouter la cellulose et les amides ; la graisse subit la même transformation par oxydation et les principes albuminoïdes par hydratation et oxydation.

Examinons le processus chimique de transformation des amides, en prenant l'asparagine pour type.

$$\left.\begin{array}{rcr} (1)\ \underset{\text{asparagine}}{C^4H^8AZ^2O^3} & = & 660 \\ +\ 2\,1/2\,H^2O & = & 45 \\ \hline & & 705 \end{array}\right\} \begin{array}{rcr} 2\,1/2\ \underset{\text{glycogène}}{C^6H^{10}O^5} & = & 405 \\ +\ 5\ \underset{\text{urée.}}{CH^4AZ^2O} & = & 300 \\ \hline & & 705 \end{array}$$

$$\left.\begin{array}{rcr} (2)\ 2\,1/2\ C^6H^{10}O^5 & = & 405 \\ +\ 2\,1/2\ H^2O & = & 45 \\ \hline & & 450 \end{array}\right\} 2\,1/2\ C^6H^{12}O^6 = 450$$

Digitized by Google

Ces deux formules peuvent se résumer en une seule, en passant au glycose d'emblée :

$$(3)\quad \begin{array}{rcr} 5\,C^4H^8AZ^2O^3 & = & 660 \\ +\,5\,H^2O & = & 90 \\ \hline & & 750 \end{array} \left\{ \begin{array}{rcr} 2\,1/2\,C^6H^{12}O^6 & = & 450 \\ +\,5\,CH^4AZ^2O & = & 300 \\ \hline & & 750 \end{array} \right.$$

Les amides se conduisent donc comme les hydrates de carbone en produisant du glycose par simple hydratation, sans production de CO^2. De la formule (3) on tire que 100 grammes d'amides donnent par hydratation 68 grammes de glycose ; on tire de plus que 1 gramme d'amides donne 0 gr. 454 d'urée, dont la chaleur de combustion est 1 cal. 1466, qu'il faut retrancher de la chaleur de combustion des amides, et il reste comme calorique disponible 3,3946 — 1,1466 = 2 calories 248, chiffre qu'il faut retenir et qui complète le tableau de la page 60.

D'après la formule adoptée par M. Chauveau et proposée par M. Armand Gautier, en s'hydratant, les albuminoïdes donnent lieu à la réaction ci-dessous :

$$(4)\quad \begin{array}{rcr} C^{72}H^{112}AZ^{18}O^{22}S & = & 1612 \\ +\,14\,H^2O & = & 252 \\ \hline & & 1864 \end{array} \left\{ \begin{array}{lcr} 9\,COAZ^2H^4 & = & 540 \\ \text{urée} & & \\ +\,C^{51}H^{98}O^6 & = & 806 \\ \text{palmitine} & & \\ +\,C^3H^6O^3 & = & 90 \\ \text{acide lactique} & & \\ +\,9\,CO^2 & = & 396 \\ +\,S & = & 32 \\ \hline & & 1864 \end{array} \right.$$

On tire de cette équation que 1 gramme d'albumine forme 0 gr. 50 de graisse ; on a transformé cette graisse en glycose en multipliant par 161, d'où on a

Digitized by Google

déduit que 100 grammes de protéïne devaient donner en chiffres ronds 80 grammes de glycose Nous estimons qu'il y a là une erreur en moins qu'il est bon de rectifier. Avant de se transformer en glycose, la matière grasse passe à l'état de glycogène :

$$(5)\quad \begin{array}{lcr} C^{51}H^{98}O^{6} & = & 806 \\ +\ 43\ O & = & 688 \\ \hline & & 1494 \end{array} \left\{ \begin{array}{lcr} 8\ 1/2\ C^{6}H^{10}O^{5} & = & 1377 \\ \text{glycogène} & & \\ +\ 6\ 1/2\ H^{2}O & = & 117 \\ \hline & & 1494 \end{array} \right.$$

Il n'y a pas production d'acide carbonique. Le glycogène en s'hydratant passe à l'état de glycose :

$$\left. \begin{array}{l} C^{6}H^{10}O^{5} \\ +\ H^{2}O \end{array} \right\} C^{6}H^{12}O^{6}$$

Nous voyons donc, d'après la formule (5), qu'un gramme de graisse a besoin, pour s'oxyder et passer à l'état de glycogène, de 0 gr. 854 d'oxygène. On pourrait bien déduire aussi qu'un gramme d'albumine, pour passer à l'état de glycose, nécessite 0 gr. 486 d'oxygène, mais on commettrait une légère erreur en moins sans importance, c'est vrai.

D'après ce que nous venons d'exposer, la formule (4) peut s'écrire :

$$(5)\quad \begin{array}{lcr} C^{72}H^{112}AZ^{18}O^{22}S & = & 1612 \\ +\ 16\ H^{2}O & = & 288 \\ +\ 46\ O & = & 784 \\ \hline & & 2684 \end{array} \left\{ \begin{array}{lcr} 9\ COAZ^{2}H^{4} & = & 540 \\ 8\ 1/2\ C^{6}H^{12}O^{6} & = & 1530 \\ \text{glycose} & & \\ +\ C^{3}H^{6}O^{3} & = & 90 \\ +\ 9\ CO^{2} & = & 396 \\ +\ 5\ O^{3} & = & 128 \\ \hline & & 2684 \end{array} \right.$$

Digitized by Google

Qu'est-ce que l'acide lactique, sinon 1/2 de glycose? Nous aurions une tendance à admettre que dans cette réaction, surtout lorsqu'il ne s'agit que d'une ration d'entretien bien balancée, cet acide lactique ne se produit pas. C'est là une supposition toute gratuite, et nous continuerons à respecter les données de nos maîtres jusqu'à ce que des études plus approfondies des chimistes biologistes nous aient mieux appris à connaître la molécule albuminoïde dont les secrets semblent si difficiles à pénétrer. La formule (5) donne le véritable rendement en glycose, qui est alors de 94 °/₀ au lieu de 80 ; tandis qu'il serait de 100,49 °/₀, si on considérait l'acide lactique comme 1/2 de glycose, nous ne plaçons ici ce chiffre que pour mémoire. Le chiffre 94 semble se justifier dans les rations de production de viande qui nous indiquent bien que le pouvoir trophique de la protéïne oscille pour les adultes entre 91,106, 94,171 et 88,703, selon l'origine de cette protéïne, c'est-à-dire selon qu'elle provient des tourteaux, de la fibrine végétale ou du gluten. De même le rendement des matières grasses est de 170 au lieu de 161. Ce dernier chiffre avait été obtenu d'après la formule suivante que nous prenons dans la première édition du *Traité de physiologie* de Laulanié, page 498 :

$C^{57}H^{110}O^{6}$ stéarine	0 kilog. 890	8 $C^{6}H^{12}O^{6}$ glycose	1 kilog. 440
+ 67 O	1 kilog. 072	+ 18 CO^{2}	0 kilog. 396
		+ 14 HO	0 kilog. 126
	1 kilog. 962		1 kilog. 962

Nous pensons avec Doyon et Morat (*Traité de physiologie*) que le passage de la matière grasse à l'état de

Digitized by Google

glycose se fait sans dégagement de CO^2, avec production de chaleur d'après la réaction suivante :

$C^{57}H^{110}O^6$	=	890	9 1/2 $C^6H^{10}O^5$ glycogène	=	1539
+ 49 O	=	784	+ 7 1/2 H^2O	=	135
		1674			1674

En passant au glycose d'emblée :

$C^{57}H^{110}O^6$	=	890			
+ 2 H^2O	=	36	9 1/2 $C^6H^{12}O^6$	=	1710
+ 49 O	=	784			
		1710			

Ce qui donnerait un rendement de 192 °/₀, chiffre qui nous paraît un peu élevé. Puisque la palmitine résulte du dédoublement de la matière albuminoïde, pourquoi ne pas accepter ce composé comme étalon de la production du glycose par les matières grasses? En résumé nous dirons que le rendement en glycose des matières grasses devrait être considéré comme étant de *170* °/₀ au lieu de 161 et celui des matières protéïques de *94* °/₀ au lieu de 80. Enfin on tire de la formule (5) qu'il faut 0 gr. 490 d'oxygène pour oxyder un gramme d'albumine.

Nous avons actuellement tous les éléments nécessaires pour analyser ou mieux pour disséquer les rations d'entretien expérimentalement et scientifiquement établies par MM. Grandeau et Leclerc ; loin de nous l'idée d'en vouloir faire une critique ; les observations qui nous ont conduit à écrire ce travail manquant de rigueur scientifique, puisque, par la situation dans laquelle nous sommes placé, par notre

Digitized by Google

manque d'expérience, nous n'hésitons pas à le dire, il ne nous a pas été possible d'avoir recours aux vérifications nécessaires, nous empruntons à nos maîtres les résultats qu'ils ont publiés, parce que nous y trouvons ce caractère d'authenticité et de rigueur scientifique qui sont indispensables pour la recherche de la vérité ; ils voudront bien nous excuser si, par une interprétation différente qui peut avoir des conséquences pratiques, nous arrivons aux mêmes conclusions.

Les indéterminés qu'on trouve dans les analyses du directeur de la station agronomique de Paris ne sont pas faciles à apprécier ; nous les considérons comme des homologues des sucres, tels que l'inuline, la tréhaloze, la mélitoze, etc., et nous les considérerons comme ayant un rendement en glycose égal à celui du sucre de canne dont la chaleur de combustion directe est de 3,964 d'après M. Berthelot.

Tous les chevaux en expérience reçurent comme ration d'entretien 8 kilogrammes de foin comprimé, de provenances diverses, comme semble le démontrer l'analyse.

Rappelons que le coefficient respiratoire en O^2 est, pour le cheval :

0 lit. 233, soit 5 lit. 592 par 24 heures et par kilogr. (Zuntz et Lehmann).

0 lit. 243, soit 5 lit. 832 par 24 heures et par kilogr. (Laulanié).

0 lit. 244, soit 5 lit. 856 par 24 heures et par kilogr.

0 lit. 250, soit 6 litres par 24 heures et par kilogr. (Zuntz).

Le pouvoir thermique moyen de l'O étant de 4 calories 8 (Laulanié), pour abréger, nous désigne-

Digitized by Google

rons les chevaux en expérience par des numéros de série, la consommation d'O prévue pour chacun d'eux serait de :

1° Cheval n° 1. — Janvier 1884, du poids moyen de 394 kilogr. 9 ; numéro matricule, 30845.

Consommation de O^2 :

1° 2208 lit. 2808, soit 10599 calories 747.
2° 2303 lit. 0568, soit 11054 calories 6726.
3° 2312 lit. 5344, soit 11100 calories 16512.
4° 2369 lit. 4, soit 11373 calories 12.

2° Le même en août 1884 ; poids moyen 365 kilogr.

Consommation en O^2 :

1° 2041 lit. 080, soit 9797 calories 1840.
2° 2128 lit. 680, soit 10217 calories 6640.
3° 2137 lit. 440, soit 10259 calories 7120.
4° 2190 lit., soit 10512 calories.

3° Le même en septembre 1884 ; poids moyen 366 k. 5.

Consommation en O^2 :

1° 2049 lit. 4680.
2° 2137 lit. 428.
3° 2146 lit. 224.
4° 2199 litres.

4° Cheval n° 2. — Mai 1884, du poids moyen de 404 kilogr.; numéro matricule 29466.

Consommation en O^2 :

1° 2259 lit. 1683, soit 10844 calories 0064.
2° 2356 lit. 128, soit 11309 calories 4144.
3° 2365 lit. 824, soit 11355 calories 9552.
4° 2424 lit., soit 11635 calories 2.

Digitized by Google

5° Le même en juin 1884, du poids moyen de 407 k. 1.

Consommation en O^2 :

1° 2276 lit. 5032, soit 10927 calories 21536.
2° 2374 lit. 2072, soit 11396 calories 19456.
3° 2383 lit. 9776, soit 11443 calories 09248.
4° 2442 lit. 6, soit 11724 calories 48.

6° Le même en juillet 1884, du poids moyen de 410 kilogr. 6.

Consommation en O^2 :

1° 2296 lit. 0752, soit 11021 calories 160.
2° 2394 lit. 6192, soit 11494 calories 172.
3° 2404 lit. 4136, soit 11541 calories 18528.
4° 2463 lit. 6, soit 11825 calories 28.

7° Cheval n° 3. — Mars 1884, du poids moyen de 419 kilogr.; numéro matricule 26925.

Consommation en O^2 :

1° 2343 lit. 048, soit 11246 calories 6304.
2° 2443 lit. 608, soit 11729 calories 3184.
3° 2453 lit. 664, soit 11777 calories 5172.
4° 2514 lit., soit 12067 calories 2.

8° Le même en juin 1884, du poids moyen de 384 kilogr. 3.

Consommation en O^2 :

1° 2149 lit. 0056, soit 10315 calories 2268.
2° 2241 lit. 2376, soit 10757 calories 1404.
3° 2250 lit. 4608, soit 10802 calories 21184.
4° 2305 lit. 8, soit 11067 calories 84.

Digitized by Google

9° Le même en juillet 1884, du poids moyen de 387 kilogr. 7.

Consommation en O^2 :

1° 2169 lit. 0184, soit 10411 calories 288.
2° 2261 lit. 0564, soit 10853 calories 0707.
3° 2270 lit. 3712, soit 10897 calories 7817.
4° 2326 lit. 2, soit 11165 calories 76.

10° Le même en août 1884, du poids moyen de 388 kilogr. 4.

Consommation en O^2 :

1° 2171 lit. 9328, soit 10425 calories 277.
2° 2265 lit. 1488, soit 10872 calories 714.
3° 2274 lit. 4704, soit 10917 calories 457.
4° 2330 lit. 04, soit 11185 calories 92.

Les tableaux suivants indiquent la quantité de principes immédiats digérés par chaque animal, la valeur calorifique de ces principes, leur équivalent en glycose : 1° d'après les chiffres classiques ; 2° d'après nos chiffres rectifiés, et enfin la somme totale brute des principes immédiats ingérés que nous donnons à titre de renseignements.

Digitized by Google

PRINCIPES IMMÉDIATS DIGÉRÉS — Grammes	VALEUR calorifique des principes immédiats digérés — Calories.	RENDEMENT en glycose — Grammes.	RENDEMENT en glycose rectifié. — Grammes.	PRINCIPES IMMÉDIATS INGÉRÉS.	OBSERVATIONS
N° 1.					
Glucose 237.1	845.3732	237.1	237.1	237.1	Calories du glycose :
Amidon 352.6	1451.3016	387.86	387.86	441.3	1° 1110.3593.
Cellulose saccharifiable..... 496 5	2043.5940	546.15	546.15	1041.4	2° 11257.037.
Cellulose brute.. 608.5	2504 5860	669.35	669.35	1447.2	
Graisse..... 22.5	208.2483	35.581	37.57	164	
Indéterminés .. 866.3	3434.0132	909.615	909.615	2131 8	
Protéine... .... .. 269.7	1310.7420	215 760	253.518	494.7	
Amides 11.6	26.0768	7.88	7.88	67.2	
	11823.9351	3909.296	3049.043		
N° 2.					
Glucose 214.5	791 9440	214.5	214.5	214.5	Calories du glycose :
Amidon 266.6	1097.3256	293.26	293 26	290.2	1° 9467.395.
Cellulose saccharifiable..... 570.2	2346.9432	627.22	627.22	1359.1	2° 9578.00792.
Cellulose brute.. 604.3	2487.2938	664.73	664.73	1497.1	
Graisse.....				157.8	
Indéterminés ... 863.9	3124.4996	907.095	907.095	2370.5	
Protéine..... 243.5	1183.4100	194.800	228.89	494.8	
Amides..... 38.8	87.2224	26.384	26.384	80.7	
	11418.6435	2927.989	2962.079		
N° 4.					
Glucose 276.6	1027.2072	276.6	276.6	276.6	Calories du glycose :
Amidon 455.1	1873.1916	500.61	500.61	531.5	1° 9467 395.
Cellulose saccharifiable..... 375.9	1543.2044	413.49	413.49	1150.8	2° 9578.00792.
Cellulose brute.. 465.6	1916.4096	512.16	512.16	1482.9	
Graisse..... 9.1				153 8	
Indéterminés ... 620	2457.68	651	651	2232.4	
Protéine..... 214	1033.06	171.2	201.16	470.4	
Amides.... 72	161.856	49.028	49.028	124.3	
	10012.6088	2574 088	2604.048		
N° 3.					
Glucose 250.6	925.2152	250.6	250.6	250.6	Calories du glycose :
Amidon 345.1	1420.4316	379.61	379.61	376.2	1° 11297.745.
A REPORTER...	2345.6468	630.21	630.21		2° 11415 765.

Digitized by Google

PRINCIPES IMMÉDIATS DIGÉRÉS. — Grammes.	VALEUR calorifique des principes immédiats digérés. — Calories.	RENDEMENT en glycose. — Grammes.	RENDEMENT en glycose rectifié. — Grammes.	PRINCIPES IMMÉDIATS INGÉRÉS.	OBSERVATIONS
REPORT.....	2345.6468	630.21	630.21		
Cellulose saccharifiable..... 644.7	2653.5852	709.17	709.17	1457.7	
Cellulose brute.. 655.0	2695.98	720 50	720.50	1519.5	
Graisse..... 17	160.191	27.37	28.90	166.3	
Indéterminés ... 743.5	2947.234	780.675	780 675	2076	
Protéïne..... 212.4	1032.264	169.22	199.656	471.6	
Amides..... 33.7	75.7576	22.916	22.916	99	
	11910.6586	3060.061	3092.027		
N° 5.					
Glucose 226.4	835.8688	226.4	226.4	226.4	Calories du glycose : 1° 11331.1172. 2° 11405.3191.
Amidon 348.3	1433.6028	383.13	383.13	374.3	
Cellulose saccharifiable..... 631.4	2598.8424	694.54	694.54	1444.1	
Cellulose brute.. 616.4	2537 1024	678.04	678.04	1517.6	
Graisse..... 17 1	161 1333	27.531	46.8027	164.1	
Indéterminés ... 819.9	3250.0836	860.895	860.895	2280.4	
Protéïne..... 206.8	1005.0480	165.44	194.392	447.9	
Amides..... 19.3	43.3864	13.124	13.124	63.4	
	11865.0677	3069.100	3097.3237		
N° 6.					
Glucose 245.1	904.9092	245.1	245.1	245.1	Calories du glycose : 1° 10357 817392. 2° 10398.429392.
Amidon 348.7	1435.2492	383.57	383 57	348.7	
Cellulose saccharifiable..... 379.6	1562 4336	417.56	417 56	1235.6	
Cellulose brute.. 519.3	2137.4388	571.33	571.33	1554.2	
Graisse..... 12.4	116.8452	19.964	21.08	179 3	
Indéterminés ... 936.4	3681.8896	983.22	983 22	2457.4	
Protéïne..... 214	1040 04	171.2	201.16	448.7	
Amides..... 19.9	44.7352	13.532	13.532	87.2	
	10923.5408	2805.476	2836.552		
N° 7.					
Glucose 278.4	1027.8528	278.4	278.4	278.4	Calories du glycose : 1° 10634.34819. 2° 10717.38127.
Amidon 428.6	1762.4712	471.46	471.46	521.7	
Cellulose saccharifiable..... 532.1	2190.1236	585.31	585.31	1208 2	
Cellulose brute.. 603.5	2484.0060	663.85	663.85	1500.6	
A REPORTER...	7464.4536	1999.02	1999.02		

Digitized by Google

PRINCIPES IMMÉDIATS DIGÉRÉS. — Grammes.		VALEUR calorifique des principes immédiats digérés. — Calories.	RENDEMENT en glycose. — Grammes.	RENDEMENT en glycose rectifié. — Grammes.	PRINCIPES IMMÉDIATS INGÉRÉS.	OBSERVATIONS
REPORT.....		7164.4536	1999.02	1999.02		
Graisse.....	8.9	83.8647	14.329	15.13	157.1	
Indéterminés ...	707.4	2804.1336	742 77	742.77	2206.6	
Protéïne.....	154.9	752.8140	123.92	145.606	471.2	
Amides.....	0.5	1.124	0.34	0.34	75	
		11106.3899	2880.379	2902.866		
N° 8.						
Glucose	226 4	835.8688	226.4	226.4	226.4	Calories du glycose : 1° 10391.100772. 2° 10435.108976.
Amidon	346.4	1427.0172	381.37	381.37	374.3	
Cellulose saccharifiable.....	581	2391.396	659.1	659.1	1444.1	
Cellulose brute..	575.6	2369.1696	633.16	633.16	1517 6	
Graisse.....	9.3	87.6339	14.973	15.81	164.1	
Indéterminés ...	712 4	2823.9536	748.02	748.02	2280 4	
Protéïne.....	175	850.50	148	164.5	447.9	
Amides..... ..	5.1	11.4648	3.468	3.468	82.7	
		10797.0039	2814.491	2831.828		
N° 9.						
Glucose	245.1	904.9092	245.1	245.1	245.1	Calories du glycose : 1° 10375.3137. 2° 10431.5875.
Amidon	343.2	1412 6112	337 52	337.52	348.7	
Cellulose saccharifiable..... .	416.9	1715.9604	458.59	458.59	1235.5	
Cellulose brute..	586.2	2412 7992	644 82	644.82	1554.2	
Graisse.....	19.5	183.7485	31.395	33.15	179 3	
Indéterminés ...	911	3611.2040	956.53	956.204	2457.4	
Protéïne.....	169.9	825.7640	135.92	149.706	448.7	
Amides	0.5	1.1240	0.340	0.34	87.2	
		11068.0205	2810.215	2825.430		
N° 10.						
Glucose	214.5	791.9340	214.5	214.5	214.5	Calories du glycose : 1° 11201.528. 2° 11302.736796.
Amidon	264.3	1087.8588	290.73	290.73	290.2	
Cellulose saccharifiable.....	592.5	2438.73	651.75	651.75	1359.1	
Cellulose brute..	661.7	2723.5572	787 87	787.87	1497.1	
Graisse.....	20.7	195.0561	33.327	35.39	157.8	
Indéterminés ...	855.1	3389.6164	897 855	897 855	2370.5	
Protéïne.....	182.5	886.95	146	171 55	494.8	
Amides....	17.6	39.5648	11.968	11.968	80.7	
		11553.2673	3034.000	3061.613		

Digitized by Google

Tableau récapitulatif des quantités d'O^2 prévues d'après les coefficients de l'espèce, et les quantités nécessaires d'après le rendement en glycose des principes immédiats.

	NUMÉROS D'ORDRE	POIDS des animaux	O^2 prévu d'après le coefficient 5 lit. 592.	O^2 prévu d'après le coefficient 5 lit. 832.	O^2 prévu d'après le coefficient 5,856.	O^2 prévu d'après le coefficient 6.	O^2 nécessaire pour brûler le glycose.	O^2 nécessaire pour brûler le glycose rectifié.	TOTAL de O^2	TOTAL de O^2 en comprenant glycose rectifié.	O^2 POUR OXYDER graisse.	O^2 POUR OXYDER protéïne.	O^2 D'OXYDATION en litres.
		Kilogr.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	litres.	grammes.	grammes.	litres.
30843	1	394.9	2208.2808	2303.0568	2312.5344	2369.4	2244.934	2274 516	2349.862	2379.514	18.8734	131.153	104.928
	2	365	2041 080	2128.680	2137.440	2190	2184.279	2209 710	2267.727	2293.437	»	119.315	83.448
	3	366.5	2049.460	2137.428	2146.224	2199	2282.8055	2306.652	2365.749	2389.749	14.518	104.076	82.944
29466	4	404	2259.1683	2356.128	2365.824	2424	1920 2696	1942.6188	1993.6076	2015.956	»	104.86	73.338
	5	407	2276.5032	2374.2072	2383.9776	2442.6	2289.5486	2310.603	2370.6336	2391.688	14.6034	101.332	81.085
	6	410.6	2296.0752	2394 6192	2404.4136	2463.6	2092.785	2101.147	2174.929	2183.281	10.5896	106.86	82.144
26925	7	419	2343 048	2443.608	2453.664	2514	2148.7627	2165.536	2207.197	2223.971	7.6006	75.901	58.4
	8	384.3	2149.0056	2241.2376	2250.4608	2305.8	2097.610	2112.543	2165.138	2178.071	7.9422	85.75	67.528
	9	387.7	2169.0184	2261.0564	2270 3712	2326.2	2096.4203	2107.770	2166.5023	2177 852	16.653	83.251	70.082
	10	388.4	2171.9328	2265.1488	2274.4704	2330.04	2263.364	2283.814	2338.271	2358.721	17.6778	89.425	74.907

Poids du litre de l'oxygène : 1 gr. 4298.

Les 10 numéros ne se rapportent qu'à 3 chevaux différents.

Digitized by Google

D'abord nous disons que la chaleur totale de combustion d'un aliment ou d'une ration, calculée d'après la chaleur de combustion des principes immédiats de cet aliment ou de cette ration, n'a aucun rapport avec leur valeur trophique. Or, on peut tenir pour certain que le glycose représente la forme dernière sous laquelle les hydrates de carbone sont utilisés par les tissus vivants. Mais les hydrates de carbone, pendant leur transformation, ne dégagent qu'une somme de chaleur égale à la différence entre la chaleur de formation de ces principes par les éléments et celle des composés résultants diminuée de la chaleur de formation de l'eau. La chaleur de formation de l'amidon étant de 225 calories 9, pour 1 gramme elle est de 1 calorie 394. La chaleur de formation de l'eau étant de 69 calories, pour 1 gramme elle est de 3 calories 833. Un gramme d'amidon nécessite, pour s'hydrater et passer à l'état de glycose, 0 gr. 111 d'eau. La chaleur de formation du glucose est de 300 calories 4, pour 1 gramme de 1 calorie 668, et pour 293 gr. 260, expérience 2, elle est de 488 calories 157. Retranchons la chaleur de formation de l'amidon, qui est pour 266 gr. 6 de 371 calories 6404, il reste 116 calories 652. Les 266 gr. 6 d'amidon ont nécessité, pour passer à l'état de glycose, 29 gr. 5926 d'eau dont la chaleur de formation est de 113 calories 428 ; la chaleur réellement développée par l'amidon n'est donc plus que de 3 calories 089 et non de 1037 calories 3256. On démontrerait de la même manière, d'après les lois de la thermochimie, que les autres principes immédiats ne dégagent dans l'organisme qu'une somme de chaleur très éloignée de celle de leur chaleur de combustion, chaleur morte, excrémentitielle, n'ayant aucun emploi, pas plus au point de vue de l'accomplissement des actes physiologiques qu'au point de vue cynétique. La chaleur

Digitized by Google

dégagée par la graisse n'est égale qu'à la différence qui existe entre sa chaleur de combustion et la chaleur de combustion de la somme de glycose auquel elle donne naissance.

Les chevaux qui servirent aux expériences de M. Grandeau en 1884, et dont nous venons de décomposer les rations, reçurent indistinctement, quel que fût leur poids et leur taille, 8 kilogrammes de foin, à titre de ration d'entretien. On peut se rendre compte que la somme de principes immédiats digérés par un même cheval n'a pas été constante ; le foin lui-même n'avait pas une composition toujours identique, c'est pourquoi nous avons mis en regard des principes digérés la composition totale de la ration, telle que nous la trouvons dans les *Annales de la science agronomique*, 1886, t. II, 2e fascicule, édition 1887. Les auteurs de ces expériences considèrent cependant que les animaux se sont maintenus en état d'équilibre de nutrition, ou mieux d'entretien, pour nous servir de leur expression, et que « les variations de poids accusées par les courbes correspondent aux différences constatées dans les quantités d'eau bue ». S'il en est ainsi, un simple coup d'œil jeté sur le tableau récapitulatif suffirait pour se convaincre que le coefficient en O^2 ne correspond pas aux besoins de l'organisme ; mais il n'y a là qu'une illusion. Nous allons voir en effet que la dépense de chacun de ces animaux est bien en raison de son coefficient respiratoire, de plus que l'état d'entretien vérifié à la bascule est plus apparent que réel pour quelques-uns. Loin de nous l'idée de critiquer ces expériences, que nous avons choisies pour notre démonstration à cause de leur authenticité et de leur rigueur scientifique ; nous les interprétons en nous plaçant à un autre point de vue que celui sous lequel leurs auteurs s'étaient placés.

Digitized by Google

Les trois premiers numéros se rapportent au cheval portant le matricule 30845, dont le poids moyen dans la première expérience, janvier 1884, fut de 394 kilog. 9. La consommation totale d'oxygène, d'après le rendement de la ration en glycose, correspond au coefficient 6, à 20 litres en moins si on ne considère que le rendement calculé d'après les chiffres classiques généralement admis et 10 litres en plus si on accepte notre rectification. Si on tient compte des erreurs probables et possibles de l'analyse, de l'incertitude de la nature exacte des indéterminés et aussi des actes physiologiques que nous ne pouvons pas saisir, on reconnaîtra que l'erreur, si erreur il y a, se trouve dans des limites acceptables.

En août le même cheval ne pesait plus que 365 kilogrammes, la quantité d'O consommé déduit de la teneur en glycose est sensiblement égale à celle prévue par le coefficient 6. L'expérience suivante nous fournira l'explication de l'apparence de consommation plus élevée que celle prévue. Dans cette dernière expérience, septembre 1884, le poids moyen du cheval fut de 366 kilog. 5. La consommation d'oxygène calculée d'après le rendement de la ration en glycose dépasse de 83 lit. 805 le chiffre maximum indiqué par le coefficient 6. Si des 3,060 gr. 061 de glycose total, que la ration est susceptible de fournir, nous retranchons les 169 gr. 220 provenant de la protéïne, il nous reste 2,890 gr. 841 de glycose correspondant à une dépense d'oxygène de 2,156 lit. 567, quantité comprise entre les coefficients 5,856 et 6. En un mot toute la substance énergitique est utilisée pour la calorification ; il ne reste plus pour être mis en réserve que l'élément plastique. Nous verrons dans l'engraissement que la matière azotée végétale ou fibrine végétale, pour se transformer en matière animale, donne le quart de son poids de graisse, soit pour le cas qui

Digitized by Google

nous occupe 53 gr. 1. Nous verrons de plus, en admettant que les processus de nutrition soient identiques dans les espèces chevaline et bovine, qu'une augmentation de poids vivant de 1 kilogr. nécessite pour les adultes 91 gr. 106 de matière protéïque végétale, et qu'il faut en même temps 662 grammes de graisse. Nous n'avons que 53 gr. 1 de matière grasse provenant du dédoublement des albuminoïdes ; dans ces conditions, il ne saurait y avoir fixation de matière azotée, car on ne saurait concevoir la fixation de la matière plastique sans celle de la matière énergitique, qui est son satellite indispensable. En admettant qu'il y ait eu fixation, elle est si faible, 35 grammes à peine, qu'on n'a pu l'enregistrer à la bascule. De sorte que cette matière protéïque digérée, élaborée par les travaux de la digestion, travaux qui ne sont pas sous la dépendance de la volonté, ne trouvant pas d'emploi, est comburée à l'état de glycose. Avec une ration un peu moins riche, on aurait encore obtenu la constance du poids ; la preuve, c'est qu'en janvier l'équilibre parfait de nutrition s'est maintenu sur le même cheval, avec 3,009 de glycose, tandis que, pour le cas qui nous occupe, le cheval pesant 28 k. 1 de moins, il aurait suffi de 2,927 gr. 987 de glycose. Nous pouvons donc dire que le supplément de dépense au-dessus de celui prévu par le coefficient O n'était pas nécessaire pour l'entretien, elle est plutôt la conséquence d'une sorte de réaction de l'organisme pour se débarrasser des inutilités libérées par la digestion. Cette remarque nous semble avoir une grande importance pour l'engraissement. Il ne faut pas oublier que l'animal, trouvant dans les hydrates de carbone tous les éléments qui lui étaient nécessaires, n'avait pas digéré de graisse. Pourquoi cette anomalie que nous rencontrons chez un autre sujet ?

Digitized by Google

Le numéro 29466, n° 4 de la série, du poids de 404 kilogr., rendit, en mai 1884, 9,1 de graisse de plus qu'il n'en recevait dans la ration. Il y a là une anomalie qu'on s'explique difficilement, ainsi que le maintien de la constance du poids avec 2,574 grammes de glycose, alors qu'il en a fallu davantage dans les trois expériences successives qui précèdent pour un cheval d'un poids moins élevé. C'est d'autant plus surprenant que le même animal (n° 5) en juin 1884 consomma une quantité d'O comprise entre les quantités prévues par les coefficients 5,856 et 6, son poids moyen étant de 404 kil. et la consommation de glycose de 3.069 gr. 100 au minimum. Le même n° 6 pesa en moyenne 410 k. 6 (juillet). L'O prévu était compris entre 2,296 litres 0752 et 2,463 lit. 6. D'après le rendement en glycose des principes digérés, il n'aurait consommé que 2,183 lit. 281 au maximum. En apparence il a conservé son poids pendant tout le mois de l'expérience, en réalité il a perdu. Il n'a trouvé dans la ration que 2,805 gr. 496 de glycose et au maximum 2,816 gr. 552, ce qui fait une différence de 280 gr. 7717 sur la ration du mois précédent et qui représente l'équivalent de 103 gr. 88 de graisse ou 157 gr. 42 de poids vivant qu'il aurait perdu par jour, ou 4,722 gr. 60 pendant le mois. Le 30 juin, après avoir bu 884 grammes d'eau, il pesait 404 kilog. 8; le 1er juillet il ingéra à 7 heures du matin 15,230 gr. d'eau, et il pesa 410 k. 2, soit une augmentation de 5 kilog. 4. De sorte que le poids moyen de 410 k. 6 peut être ramené à 404 kilog. 2, qui se rapproche davantage du poids réel. La perte du mois ayant été d'après nous de 4,722 gr. 60, nous aurions dû calculer les prévisions d'O sur 395 kilog. 385, soit 2,253 litres ou 70 litres en plus que le maximum calculé d'après la transformation en glycose des principes digérés.

Le numéro 26925 a servi à quatre expériences sur la

Digitized by Google

ration d'entretien. En mars 1884 (n° 7) la consommation totale d'O fut de 2,223 lit. 971, tandis que le minimum prévu était de 2,343 l. 048 ; il y a donc un déficit dans la consommation de 119 lit 077. Nous disons que, comme dans le cas précédent, la ration était insuffisante et que l'entretien n'a été qu'apparent. Quelle que soit la doctrine à laquelle on se rallie, pour aussi fervent adepte qu'on soit, on sera bien obligé de reconnaître qu'il est inadmissible qu'un cheval de 410 kilog. ou de 419 kilog. ne consomme que 10,923 cal. 5408 et 11,106 calories, ou bien 2,805 gr. 476 de glycose et 2,880, tandis qu'un cheval de 407 kilogr., à la fois en équilibre de poids et d'oxygène, a consommé 11,865 calories ou 3,069 gr. 100 de glycose, de même qu'un cheval de 394 kil. 9, n° 1, a consommé 11,823 calories 9351 ou 3,009 gr. de glycose 296. Y a-t-il eu erreur dans les pesées, y a-t-il eu quelque confusion dans les analyses, toutes choses qui peuvent parfaitement se produire ; ou bien cet animal jouissait-il d'une idiosyncrasie particulière qui lui permettait de se nourrir de peu ? Cette dernière supposition nous semble d'autant moins admissible qu'en juin, juillet et août, c'est à-dire dans les trois derniers mois de l'expérience, l'O consommé se trouve compris : 1° entre les coefficients 5,592 et 5,832 ; 2° qu'en août le minimum total à 8 litres près équivaut aux prévisions établies avec le coefficient 6. La totalité rectifiée n'implique qu'un excédent de 28 litres qui se justifie comme pour le troisième cas.

L'analyse *calorimétrique* des rations expérimentalement établies nous conduit aux mêmes conclusions que l'expérimentation physiologique, à savoir : que le pouvoir nutritif des principes immédiats, considérés chez un animal en parfait équilibre de poids et de nutrition, est proportionnel à leur rendement en gly-

Digitized by Google

cose. On ne saurait donc confondre plus longtemps le pouvoir thermique d'un aliment avec sa puissance trophique.

La température des animaux à sang chaud est constante sous tous les climats et sous toutes les latitudes. La chaleur produite par un animal est sensiblement égale à la chaleur calculée à partir de l'oxygène, dont le pouvoir thermique moyen est de 4 calories 8. Nous disons sensiblement, car les changements chimiques, oxydations, hydratations, déshydratations, dédoublements, peuvent dégager ou absorber de la chaleur, et la chaleur calculée à partir de l'oxygène est toujours un peu supérieure à celle produite par la combustion des principes immédiats. Quoi qu'il en soit, connaissant le poids de l'animal et le coefficient respiratoire, on peut toujours en déduire le *coefficient journalier* et partant la proportion de principes immédiats qui doivent entrer dans la ration. On peut prendre indifféremment l'un ou l'autre des coefficients selon l'état d'embonpoint dans lequel on veut entretenir l'animal, ou même le coefficient moyen, 5,820. La ration d'entretien se trouve ainsi mieux désignée sous le nom de ration d'équilibre de nutrition, qu'on pourrait aussi qualifier de ration de dépense individuelle, en opposition avec le supplément nécessaire pour une augmentation de poids ou pour une production de travail, etc , supplément qui devient la véritable ration de production.

On sait que l'excrétion azotée dépend plutôt de la quantité de matières protéïques contenues dans la ration que de l'état de l'animal, travail ou repos ; ce qui a fait dire à Lambling que « l'organisme tend à adapter toujours la désassimilation azotée à la grandeur de l'azote alimentaire ». On a admis jusqu'ici que l'intensité de destruction incoercible et permanente

Digitized by Google

de l'albumine pouvait être évaluée à partir des chiffres qui mesurent sa destruction sur l'animal à jeun, et on a arrêté les besoins d'albumine pour vingt-quatre heures et par kilogramme de poids vif : chez le cheval de 1 gr. 30 à 1 gr. 43 ; chez le bœuf de 0,30, 0,50 à 0,70 ; chez la vache laitière à 0,75 et chez le mouton de 0 gr. 50 à 1 gr. 30.

Ces chiffres nous paraissent trop élevés. Pendant la période d'inanition, l'animal puise l'énergie qu'il dépense dans ses réserves hydro-carbonées accumulées à l'état d'inclusion et destinées à fournir au protoplasma l'énergie nécessaire pour l'accomplissement de ses fonctions. Or, on ne saurait concevoir le protoplasma vivant sans les réserves énergitiques qui lui sont propres ; privé d'elles, il devient inerte, il meurt et est détruit par les combustions. De sorte que pendant l'inanition la dépense azotée n'est plus normale.

En comprenant les amides parmi les corps azotés, comme on en a l'habitude, et cela avec raison, puisqu'ils sont susceptibles de passer à l'état d'acide aspartique, on voit que les animaux en expérience dont nous avons donné les rations ne consommaient que : n° 7, 0 gr. 3756 ; n° 9, 0 gr. 4369 ; n° 8, 0 gr. 4738 ; n° 10, 0,5151 ; n° 5, 0,5555 ; n° 6, 0,5691 ; n° 3, 0,6714 ; n° 4, 0,7079 ; n° 1, 0,7123 ; n° 2, 0.7734 par unité kilogr. vivant.

La quantité de matière azotée à faire entrer dans une ration pour un animal à l'état de santé qu'on veut tenir en état d'équilibre de nutrition dépend de son état d'embonpoint à l'état actuel, et pour chaque état la dépense est à peu près constante pour toutes les espèces et oscille entre 0 gr. 5 et 0 gr. 7.

Pour calculer une ration d'équilibre de nutrition, il faut d'abord calculer la quantité d'oxygène nécessaire, d'après le coefficient respiratoire journalier, et retran-

Digitized by Google

cher de ce produit 100, si le foin est riche en matière azotée, ou 80 pour un foin de composition moyenne, nombre qui représente la quantité moyenne d'oxygène nécessaire pour oxyder les corps gras et la protéïne ; on multiplie ensuite cette différence par le coefficient thermique moyen de l'oxygène pour avoir le nombre de calories correspondantes. On réduit les principes immédiats du foin en glycose, qu'on multiplie par 3,692, valeur calorifique de ce glycose, et on a tous les éléments nécessaires pour résoudre l'équation.

Soit à établir la ration d'équilibre de nutrition d'un animal du poids de 380 kilogr. La dépense en oxygène serait de 2,280 litres, correspondant à 10,944 calories. D'après les tables de composition chimique des aliments, le foin à employer, apprécié d'après ses qualités apparentes, aurait la composition suivante en matières digestibles : MA = 5,5. m. g. 1. MNA = 40,8. Nous posons l'équation suivante :

$x \times 5{,}5 \times 80 + x \times 161 + x40{,}8 \times 107{,}5 = x49{,}87$ de glycose.

$$x49{,}87 \times 3{,}692 = 184{,}12x.$$

Or, $184{,}12x$ doit égaler 10944, d'ou $x = \frac{10{,}944}{184{,}12}$ ce qui donne 5 kilogr. 944 ou 6 kilogr. en chiffres ronds. L'animal recevrait donc 330 gr. de matière azotée, 60 gr. de matière grasse digestible et 2,448 gr. de matières hydro-carbonées digestibles. Les 330 gr. de matière azotée impliquent une consommation de 0 gr. 8684 par kilogramme. L'expérience nous a démontré que cette consommation peut descendre au moins à 0,7734 grammes ; cette ration contiendrait donc 36 gr. 15 de matière azotée de plus qu'il serait nécessaire, et comme la ration d'équilibre de nutrition doit être établie économiquement, nous pouvons supprimer 198 gr. 825 de foin et les remplacer par 3 kilogr. de

Digitized by Google

paille qui, mélangés au foin, augmenteront le volume de la ration et faciliteront le fonctionnement de l'appareil digestif.

Les zootechniciens ne se sont pas encore mis d'accord sur la valeur exacte de l'expression $\frac{MA}{MNA}$ quant à la ration d'entretien. Les uns prétendent qu'elle doit être de 1/6, d'autres de 1/8 et même de 1/9. Il est difficile en effet de donner une valeur précise à la relation nutritive de la ration d'entretien ; l'équilibre apparent de poids peut être obtenu avec des relations différentes. Dans les expériences de M. Grandeau que nous avons relatées, le rapport a été, en confondant les amides et les matières protéïques et en ramenant la graisse à l'état d'amidon :

$$\frac{1}{9,2} \quad \frac{1}{8,9} \quad \frac{1}{11} \quad \frac{1}{7,6} \quad \frac{1}{11} \quad \frac{1}{10,5} \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{13,6} \quad \frac{1}{14,9} \quad \frac{1}{13,7}$$

Les relations 8 et 9, qui sont très larges, se rapportent à une ration qui a entretenu le cheval en état d'équilibre de poids et probablement aussi en état d'équilibre physiologique, puisque l'oxygène consommé en partant du glycose correspond au coefficient respiratoire. Ces divergences d'opinion ne sont pas pour surprendre ; on a donné à la relation nutritive une signification qu'elle n'a pas ; elle n'a qu'un rapport très éloigné avec la composition de la ration, tandis au contraire qu'elle est en corrélation étroite avec l'état d'équilibre d'azote au moment considéré. Une ration d'une relation de 1/9 produira les mêmes effets qu'une autre ayant une relation de 1/6 ou 1/5, si, dans les deux cas, la somme du rendement en glycose des principes immédiats est la même, en un mot si la somme de chaleur libérée est égale et correspond dans les deux cas à la même dépense en oxygène. Si, au

Digitized by Google

contraire, on donne à un animal une ration supérieure à ses besoins en calories, l'excès de cette ration ne sera pas employé à produire un excédent de chaleur si la quantité de protéïne et de matières hydrocarbonées en excès et digérées se trouvent dans le rapport de $\frac{91.482}{807,98} = \frac{1}{8}$, chiffres correspondant à la quantité de matière protéïque et de matière hydrocarbonée pour permettre une augmentation d'une unité de poids vivant. C'est là le rapport indispensable pour un état d'équilibre de nutrition correspondant à une relation nutritive de la ration de 1/10. Mais, à mesure que l'animal augmentera de poids, l'organisme s'enrichira en azote, et il faudra que la ration soit de plus en plus riche pour entretenir le nouvel équilibre et favoriser de nouveaux gains ; et la matière grasse provenant du dédoublement de la matière albuminoïde augmentera dans les mêmes proportions, de sorte que le rapport des matières albuminoïdes et des matières hydro-carbonées devra devenir plus étroit. Dans l'engraissement comme dans l'entretien, la relation nutritive est sous la dépendance de l'état physiologique actuel, et est en raison de l'état d'équilibre d'azote. On peut donc dire que ce n'est que par réciprocité que la relation de la ration acquiert son importance.

Dans le cas où les matières plastiques et les matières énergitiques ne sont pas dans un rapport défini, les principes immédiats digérés, élaborés par la digestion, fonction indépendante de la volonté, qui se traduit par une série de réactions chimiques et calorifiques, sont brûlés à l'état de glycose.

Lorsqu'on dit qu'il n'y a pas de consommation de luxe, on entend par là que l'organisme ne gaspille pas les éléments qu'il reçoit ; lorsque la calorification est

Digitized by Google

assurée, à ce moment, si ces éléments se trouvent en présence en proportion définie, il y a fixation et non combustion ; la fixation a toujours lieu dans les proportions physiologiques ; mais, lorsque le rapport est détruit, que ce soit la matière plastique qui soit en excès ou la matière hydro-carbonée, comme résultat du travail de la digestion, cet excédent se trouve rejeté par l'organisme par voie de combustion, combustion supplémentaire qu'on pourrait qualifier de combustion de réaction. Du reste, ces écarts ne sont jamais très sensibles ; ils peuvent tout au plus provoquer la consommation de 85 à 90 litres d'oxygène en plus. Lorsqu'ils dépassent cette proportion, et si la situation se prolonge, on tombe alors dans la pathologie.

VIII

Alimentation des jeunes.

La ration d'entretien ou d'équilibre de nutrition ne saurait s'appliquer qu'aux animaux adultes dont le développement est terminé ; pratiquement et surtout économiquement, cette ration ne devrait généralement pas exister ; on doit toujours avoir pour but la création d'un nouveau capital. Il y a exception, cependant, pour les animaux exclusivement de travail pendant la morte saison, qui doivent rester en stabulation, encore faut-il tenir compte de l'état de gestation.

La caractéristique spéciale de la nutrition d'un jeune animal est de former de la substance musculaire avec rapidité ; on doit donc le soumettre à une alimentation à la fois riche en principes azotés et en principes salins, surtout en phosphates ; la ration sera d'autant meilleure que le rapport entre l'acide phos-

Digitized by Google

phorique et la magnésie se rapprochera le plus de $\frac{1}{0,051}$ pour les bovidés et $\frac{1}{0,043}$ pour les ovidés et les suidés, l'acide phosphorique étant au numérateur.

L'aliment type du jeune animal, c'est le lait *vivant;* d'abord sous forme de colostrum, après la première semaine, il se concentre, devient comestible et la sécrétion lactée s'accroît considérablement.

Composition du colostrum.

Moyenne de plusieurs analyses.

ESPÈCES	EAU	ALBUMINOIDES	MATIÈRES grasses.	SUCRE	CENDRES
Vache	74.9	17.6	3.6	2.6	1.5
Brebis....	66.4	15.6	9 5	5	1.2
Truie.....	70.1	17.6	3.6	3.8	0.9

Composition du lait.

ESPÈCES	EAU	MATIÈRES azotées.	MATIÈRES grasses.	MATIÈRES extractives non azotées.	SELS
Vache	87	4	4.6	3.8	0.6
Chèvre ...	85.71	4.29	4.78	4.46	0.76
Brebis....	80.8	6.5	6.9	4.9	0.9
Jument...	90.78	1.99	1.21	5.67	0.35
Anesse ...	89.64	2.22	1.64	5.99	0.51

Digitized by Google

Le colostrum a une teneur très élevée en principes albuminoïdes ; ces principes diminuent à mesure que le sucre de lait augmente. La très grande valeur alimentaire du lait lui vient de la proportion des principes gras et albuminoïdes qu'il renferme sous un état facilement assimilable ; la chaleur produite par une unité de lait de vache est de 178, celle de la farine de lin étant 100 ; le lait contient aussi une forte proportion d'acide phosphorique, de chaux et de potasse. Le rapport des principes azotés aux principes non azotés est plus élevé que dans aucun autre aliment. Lorsqu'on devra recourir à l'allaitement artificiel, l'aliment choisi devra être d'une digestion facile et riche en principes gras et azotés ; tandis que trop souvent on emploie des aliments féculents. Le tourteau de lin est de tous les substituants celui qui se rapproche le plus de la composition du lait.

Un jeune animal tire le plus grand profit de la ration qu'il consomme, lorsqu'elle est bien composée. Ainsi un jeune veau assimile 69 °/₀ des principes albuminoïdes contenus dans le lait, 98 °/₀ de la chaux et 74 °/₀ de l'acide phosphorique. Pendant les premières semaines de son existence, un jeune veau qui consomme 5 kilogrammes de lait contenant 580 grammes de matière sèche augmente de 1 kilogramme par jour. Dans le même temps et toutes proportions gardées, un veau profite dix fois plus vite qu'un bœuf à l'engrais. Ceci s'explique par la grande quantité de nourriture consommée proportionnellement au poids du corps de l'animal, par la plus grande quantité d'eau contenue dans les produits formés et par la faible proportion relative de graisse formée ; pour obtenir le même résultat sur un bœuf soumis à l'engraissement, il faut proportionnellement quatre fois autant de nourriture. Au fur et à mesure que le jeune animal se développe,

Digitized by Google

que les fonctions deviennent plus actives, il lui faut une alimentation plus abondante et susceptible de produire plus de chaleur et de glycose pour satisfaire aux besoins du travail physiologique et à l'exercice plus actif auquel il se livre ; la proportion des matières azotées doit donc diminuer et celle des principes hydro-carbonés susceptibles de produire du glycose doivent augmenter. Dans les conditions ordinaires cette modification s'opère normalement, le lait devient plus riche en matières grasses. Plus un animal est jeune, plus la proportion de principes alimentaires qui lui sont nécessaires est élevée relativement à son poids. A mesure que l'animal augmente de poids, il absorbe une plus grande quantité absolue de principes alimentaires ; mais le rapport du poids du corps et de la nourriture est moins élevé.

A la naissance, un veau de nos grandes races bovines, s'il est de bonne origine, doit avoir 0 m. 785 de tour de sangle, et si la nourriture qu'il recoit est convenable, il doit s'accroître de 0 m. 02707 par semaine jusqu'à l'âge de deux mois ; à cet âge il aura au moins 1 m. 002 de tour de sangle ; à six mois 1 m. 5 à 1 m. 624 et à un an 1 m. 95. Ces données peuvent servir de point de repère pour se rendre compte si l'alimentation est suffisante.

C'est dans le jeune âge qu'il faut nourrir fort ; mais il ne faut pas confondre l'alimentation intensive avec la suralimentation qui confine toujours à la surcharge des organes digestifs et occasionne des accidents graves qui ont pour conséquence de donner des résultats opposés à ceux qu'on se propose d'obtenir, lorsqu'ils n'occasionnent pas la mort de l'animal.

Alimentation artificielle des jeunes veaux. — C'est dans le jeune âge, dès la naissance, qu'on doit com-

Digitized by Google

mencer à soumettre l'appareil digestif à une gymnastique fonctionnelle, qui lui permettra plus tard d'utiliser dans la plus large mesure les principes immédiats contenus dans la ration. Pour les races dites de travail comme pour les races de boucherie, il arrive trop souvent que le lait de la mère est insuffisant pour assurer un développement rapide, précoce du jeune sujet. Les races laitières sont dans de meilleures conditions ; mais tout le lait ne saurait être consommé par les veaux, sans fausser les résultats de l'entreprise. Il est évident, personne ne le contestera, que rien ne saurait remplacer le lait *vivant* de la mère. Chaque fois que nos intérêts n'auront pas à en souffrir et que nous aurons en vue la production de sujets d'élite, nous devrons avoir recours à l'allaitement naturel ; si une vache ne suffit pas, on en donnera deux ; le sevrage se fera le plus tard possible tout en habituant les jeunes élèves à consommer des aliments concentrés. Les fèves trempées pendant vingt-quatre heures et égrugées constituent un aliment supplémentaire de premier ordre. Les jeunes animaux s'habituent facilement à les prendre seuls, il suffit de les placer dans l'auge ; dans les premiers jours on en met de temps en temps quelques-unes dans la bouche du veau, il les mastique d'abord assez maladroitement, puis il en devient très friand. Nous avons vu un veau âgé de trois mois pesant 165 kilogr. qui n'avait reçu que le lait de la mère, en moyenne environ 5 litres par jour, et des fèves. Les résultats ainsi obtenus dans certaines étables du Lot-et-Garonne ne sont pas pour nous surprendre, car les légumineuses contiennent tous les sels du sang, tels que phosphate de potasse, de soude, de magnésie, ce qui en fait des aliments précieux pour des animaux en voie de croissance. Les vesces, les pois, peuvent aussi être employés avanta-

Digitized by Google

geusement. On se trouve tout aussi bien, au lieu de faire téter le veau, de l'élever au seau ou au biberon. Cela permet d'additionner le lait de certaines substances alimentaires pour compléter la ration. Lorsque les animaux ont de douze à quinze jours, on peut ne leur laisser prendre que le tiers du lait qui leur était destiné ; on le mélange alors à deux ou trois parties de farine de fèves bien tamisée délayée dans deux ou trois litres d'eau tiède ; on divise le tout en deux ou trois parties égales, qui serviront à trois repas ; le repas du soir doit être un peu plus copieux que celui du matin et de midi. Chaque fois le mélange sera porté à une température de 30 à 35°.

Les doses à faire consommer ne sauraient être fixes, elles doivent varier avec la force et l'âge du sujet. On doit éviter de trop dilater l'estomac afin d'assurer une bonne digestion et mettre l'animal à l'abri des affections intestinales, qui sont la conséquence d'une alimentation artificielle mal composée ou trop volumineuse. A six semaines les jeunes veaux ainsi nourris sont bons à être livrés à la boucherie. Si on veut conserver le jeune animal pour l'élevage, on augmentera graduellement la dose de farine de fèves et par suite la quantité d'eau. On se trouvera bien d'ajouter 25 à 30 grammes de mélasse ou de sucre de glucose par litre de lait.

La carotte cuite, bien délayée dans du lait, constitue un aliment de première qualité pour les veaux de boucherie auxquels elle donne une viande ferme et savoureuse.

Dans les cas que nous venons d'examiner, nous avons utilisé le lait *entier*, en proportions variables. Nous devons maintenant envisager l'allaitement artificiel proprement dit, qui, d'une manière générale, ne saurait s'appliquer pour la production des veaux de boucherie de premier choix.

Digitized by Google

Il ne faut pas perdre de vue que le but poursuivi est d'obtenir un développement rapide, sans temps d'arrêt, le plus économiquement possible, en se mettant à l'abri des accidents. Le moyen naturel de nourrir les veaux consiste, avons-nous dit, à leur laisser prendre le lait à la mamelle ; mais ce moyen ne saurait être pratiqué d'une manière absolue dans les fermes où l'exploitation du lait est le but principal ; c'est pourquoi, d'une manière générale, on pratique le sevrage de très bonne heure, à cinq semaines ou deux mois, sans se préoccuper de pourvoir aux besoins du jeune animal, le laissant ainsi à la merci de l'influence des milieux. L'alimentation artificielle a un très grand avantage sur l'alimentation à la mamelle, on peut augmenter ou diminuer à volonté la quantité de lait à mesure que le veau vieillit, et le lait écrémé peut être employé avec addition d'autres aliments comme substituants de la matière grasse. Nous considérons que les veaux peuvent être élevés dans d'aussi bonnes conditions et avec des aliments d'un prix moins élevé que le beurre après qu'ils sont arrivés à l'âge de trois ou quatre semaines. Les veaux nés en hiver doivent être tenus à l'étable.

Les veaux peuvent être appris à boire aussitôt après la naissance, sans leur permettre de téter, même une seule fois ; mais il faudra toujours leur faire consommer le premier lait (colostrum), jusqu'à ce qu'il soit comestible, puis on les nourrira au lait frais pendant quelques jours. A l'âge de deux semaines on ajoutera un peu de lait écrémé au lait pur, qu'on supprimera graduellement pour ne plus donner que du lait écrémé. Aussitôt que le veau commencera à ruminer, on lui présentera un peu de farine d'avoine ou de farine de lin qu'on pourra tremper dans le seau aussitôt que le lait sera absorbé ; après deux ou trois jours, lorsqu'il aura pris son repas liquide, le jeune animal commen-

Digitized by Google

cera à regarder et à attendre avec impatience son supplément de ration. Cette méthode si simple est recommandable plutôt que celle qui consiste à faire bouillir les farines pour les mélanger au lait ; on évite plus facilement la surcharge de l'appareil digestif, l'animal ne prenant que ce qui lui convient. Le lait sera toujours donné à la température de 34 à 35° ; de préférence on fera chauffer au bain-marie. Pour ne pas altérer la digestibilité du lait, on ne dépassera jamais la température de 38°. Le colostrum étant coagulé par la chaleur devra être consommé immédiatement en sortant de la mamelle. Tout en nourrissant bien, il faudra éviter de pousser à l'engraissement les sujets qu'on voudra garder comme élèves, il faudra se contenter d'une augmentation de poids vivant de 5 à 600 grammes par jour à partir de l'âge de deux mois et demi. Si ce gain est régulier et permanent, on pourra être sûr que la ration contient les sels minéraux nécessaires au développement du squelette. Autant que possible on réservera pour les élèves le foin de trèfle qu'on mélangera avec des racines.

Nous soutenons que l'élevage des veaux est rémunérateur et, dans toutes les fermes où les travaux le permettent, on devrait élever chaque année le nombre d'animaux nécessaires pour remplacer ceux qui sont destinés à la vente. Par ce moyen, on connaîtrait au moins les origines, la sélection serait plus facile et plus sévère, et bientôt il y aurait des familles en renom, recherchées par ceux dont la situation ne leur permet pas de suffire à leur propre élevage. Dans toute exploitation où cette industrie sera possible, on sera largement dédommagé des peines et soins qu'on aura pris, à la condition de n'avoir que de bonnes vaches, bien racées, réunissant au plus haut degré les caractères des aptitudes auxquelles les animaux sont des-

Digitized by Google

tinés. C'est surtout pour la production laitière que la sélection devra être bien conduite ; non seulement elle devra porter sur la vache, mais aussi sur le taureau, qui devra toujours avoir de qui tenir par ses ancêtres. Les éleveurs de cette catégorie devraient toujours connaître les aptitudes à la fois beurrières et laitières de leurs vaches et éliminer sans aucune restriction tous les sujets issus de familles même douteuses. Nous commettrons peut-être une hérésie zootechnique en disant que les caractères laitiers doivent primer les caractères de race. Avant tout, il faut être industriel et par conséquent employer tous les moyens licites pour obtenir la somme la plus élevée des produits que nous devons manufacturer. Du reste, le temps balancerait bientôt les écarts du début, et les caractères de race ne tarderaient pas à se fondre avec ceux des aptitudes. Une bonne vache, bien nourrie, peut donner une quantité de lait suffisante pour élever trois et quelquefois quatre veaux dans la même année, à la condition de recourir à des aliments concentrés supplémentaires appropriés aux besoins des jeunes sujets. Il est évident, et nous le répétons afin de ne pas être taxé d'exagération, que durant les trois premières semaines les veaux font beaucoup mieux avec le lait de leur mère ; si on le leur laisse prendre plus longtemps, le résultat n'en sera que meilleur ; mais, comme nous avons en vue d'indiquer ici le moyen d'élever un certain nombre de veaux avec un nombre limité de vaches, l'addition d'aliments supplémentaires doit commencer de bonne heure. Toutes les fois que cela sera possible, le jeune veau consommera le lait propre de sa mère pendant la première semaine ; il s'en trouvera mieux que de prendre le lait d'une autre vache. L'élevage des veaux demande beaucoup de soins et d'attention, c'est une entreprise qui ne doit

Digitized by Google

jamais être tentée par le fermier qui n'en a pas le goût ou qui ne peut y consacrer le temps nécessaire. Il faut une attention soutenue, une grande régularité dans la distribution des repas ; il n'y a rien de pire, pour les jeunes animaux de toute espèce du reste, que de prendre leurs repas à des heures différentes ; ils souffrent de la faim, ne profitent pas en raison de ce qu'ils consomment, le plus souvent même ils ne donnent que des mécomptes ; c'est dans ces conditions que souvent on a condamné l'allaitement artificiel, oubliant que ce n'était pas l'opération en elle-même qui était mauvaise, mais bien que c'était la manière dont elle était conduite qui était blâmable.

Aussitôt après la naissance, lorsqu'ils auront été bien séchés, les veaux devront être placés dans des box bien propres, bien sains, munis d'une bonne litière de paille. Si dans la suite il se produisait des cas de diarrhée, les malades seraient isolés et la place occupée par eux désinfectée avec une solution concentrée de sulfate de cuivre ; il sera même utile de râcler la surface du sol, s'il n'est pas bétonné, afin d'assurer une désinfection complète.

Le veau doit avoir son premier repas environ une heure après qu'il est né. On doit éviter de lui laisser prendre trop de lait, pour ne pas surcharger l'estomac. Un litre suffit pour un animal moyen ; le lait fraîchement tiré sera servi à la température du corps de la vache. Par la suite, le nourrisseur devra avoir beaucoup de jugement, d'autres diraient de pratique, pour apprécier la quantité de lait qu'il doit laisser prendre au veau. Il est impossible de fixer des doses pour suffire aux besoins journaliers de chaque animal, car ce qui ne serait que de l'abondance pour un, pourrait bien être de l'excédent pour un autre, ou insuffisant pour un troisième ; c'est en cela que gît une des

Digitized by Google

grandes difficultés de l'élevage des veaux à la main. Lorsqu'on donne trop de lait à un repas, le veau ne prend pas la même quantité à l'autre ; cette alimentation irrégulière est de nature à entraver son développement. Quelquefois l'animal boira goulument pendant deux ou trois jours, puis il sera rassasié sans être malade, refusera de boire, ou boira très peu pendant un jour ou deux ; il dépérira et ce sera du temps perdu qu'on ne rattrapera qu'à la longue. Si au contraire la ration n'est pas suffisante, l'animal ne profitera pas. Pendant les premières trois semaines, on doit donner trois repas par jour. A cet âge on peut supprimer le lait à midi et le remplacer par une petite quantité de tourteau de lin moulu très fin. Les résultats les plus satisfaisants sont obtenus en donnant du lait frais jusqu'à l'âge de trois semaines ; à cet âge le veau a pris de la force, et il est capable de supporter le lait écrémé mélangé d'abord avec une égale quantité de lait entier qu'on remplacera graduellement par des aliments cuits. Lorsque ces substitutions sont acceptées par le jeune élève, si la vache est bonne laitière, on peut avoir du lait de reste pour commencer l'élevage d'un deuxième veau qu'on conduira comme précédemment. En suivant les indications que nous avons données, on peut se rendre compte qu'on peut élever trois ou quatre veaux dans la même année avec la même vache. Un mélange par parties égales de 450 gr. de farine de lin et de farine d'avoine bouilli dans 4 à 5 litres d'eau environ donnera une sorte de bouillie de premier choix qu'on pourra ajouter au lait écrémé. Il est de bonne pratique de faire tremper préalablement les farines dans l'eau froide pendant trois ou quatre heures avant de les faire bouillir.

Les veaux commencent à manger à trois semaines ; la nourriture qu'on leur présentera devra donc être

Digitized by Google

des plus savoureuses, le tourteau de lin convient pour commencer. Pour habituer le jeune animal à manger, on le saisit doucement et on lui met un peu de tourteau dans la bouche ; on répète cette opération plusieurs fois pendant trois ou quatre jours jusqu'à ce qu'il prenne seul le tourteau dans l'auge, qui doit être placée à sa portée ; on augmente graduellement la ration jusqu'à 500 grammes par jour. S'il y a des restes, on doit les enlever et toujours tenir l'auge bien propre. En même temps on met un peu de foin dans le râtelier, qu'on renouvelle à chaque repas, s'il n'est pas tout consommé, pour distribuer ces restes aux animaux adultes. A l'âge de six semaines on commencera à donner des racines : carottes, rutabagas, navets de Suède, ces deux dernières sont précieuses pour les animaux en voie de croissance, parce que, si le terrain sur lequel elles ont été cultivées a reçu des phosphates, surtout sous forme de noir animal, ou de phosphates d'os, elles en auront utilisé la plus grande partie pendant leur végétation. C'est encore le meilleur moyen d'administrer l'acide phosphorique. Les racines doivent toujours être dans un état de division suffisant pour éviter les accidents.

Ce n'est que vers l'âge de quatre à cinq mois qu'on devrait sevrer complètement, et, au lieu de réduire la quantité de nourriture liquide, il est préférable d'en abaisser la qualité en ajoutant un peu d'eau, cela servira de boisson alimentaire. A l'âge de six mois seulement, on supprimera totalement le lait et les bouillies pour mettre l'animal au régime ordinaire des tourteaux, farines, foin et racines. Si on est en hiver et que la saison soit mauvaise, on les mettra dehors pendant quelques heures seulement ; ce ne sera que lorsque les beaux jours seront arrivés qu'on devra utiliser le pâturage permanent, même pendant la nuit.

Digitized by Google

Le plus généralement, lorsque les animaux sont au pré, ils ne sont l'objet d'aucun soin particulier. C'est là une erreur contre laquelle il est bon de réagir, pour que l'opération soit économique et réellement rémunératrice, on doit continuer à assurer leur développement régulier en leur distribuant chaque jour plus ou moins d'aliments concentrés selon l'état du pâturage, car ils sont à un stade de leur existence duquel dépend leur avenir.

Voici encore une manière très pratique et très avantageuse de conduire l'allaitement artificiel des jeunes veaux. Le premier jour, c'est-à-dire après la naissance, on fera faire quatre repas au jeune animal, si c'est possible, en ne lui laissant prendre chaque fois qu'environ un demi-litre du lait de la mère, soit qu'on fasse téter, soit qu'on fasse prendre à la bouteille ou au biberon. On évitera de donner le lait froid, mais on se rappellera qu'il ne faut pas faire chauffer le colostrum. La ration sera augmentée graduellement et devra être portée à deux litres par repas vers le quatrième ou le cinquième jour ; à partir de ce moment on ne fera plus faire que trois repas par vingt-quatre heures. Pendant la deuxième semaine on continuera le même régime et, à l'âge de quinze jours, le lait de la mère sera mêlé par moitié avec du lait écrémé dans lequel on aura ajouté un quart de litre par litre de soupe de graine de lin. Lorsque le veau aura environ quatre semaines, on placera devant lui une poignée de bon regain ou une ou deux carottes cuites, coupées ; ces aliments ne seront pas consommés d'abord, mais l'animal pourra ainsi s'habituer à manger. A chaque repas, ces fourrages seront renouvelés et l'auge bien nettoyée.

A partir de la cinquième semaine, la ration contiendra deux litres et demi de petit lait, toujours addi-

Digitized by Google

tionné de la même quantité de soupe de lin. Après les repas du matin et du soir, on présentera du regain de bonne qualité. Ce régime sera continué jusqu'à la fin de la huitième semaine en augmentant graduellement la quantité de regain. A la neuvième semaine on pourra supprimer la soupe de lin ; après le repas de midi on donnera une poignée de tourteau de lin, environ 100 grammes, moulu ou broyé bien menu, mélangé avec des racines cuites. Si on est au printemps, les racines pourront être remplacées par des fourrages verts hachés, de préférence des graminées, car, à cet âge, nous avons souvent vu le trèfle et la luzerne occasionner des ballonnements et par suite un temps d'arrêt dans le développement de l'animal. Ce ne sera que vers la douzième semaine qu'on supprimera le lait au repas du milieu du jour, pour le remplacer par 200 grammes de tourteau de lin et des racines cuites, coupées : les rutabagas, les carottes, sont indiqués à cause de leur teneur en acide phosphorique, substance qui, comme chacun le sait, est indispensable au développement du squelette. A défaut de racines, on continuerait le fourrage vert. Vers la douzième ou treizième semaine le lait peut être complètement supprimé. Cependant, si le petit lait abonde dans l'exploitation, on ne saurait en faire un meilleur emploi, à moins qu'on le réserve pour les porcs.

La préparation de la soupe de lin demande certaines précautions. On fera tremper pendant quelques heures 700 grammes de graine de lin dans 16 litres d'eau, puis on fera bouillir pendant environ une heure et demie. On délaiera 150 grammes de farine de froment dans une quantité d'eau tiède suffisante pour éviter qu'il ne se produise des grumeaux et on versera sur la graine de lin un quart d'heure avant de retirer du feu. Cette farine a pour but de neutraliser les propriétés

Digitized by Google

laxatives de la graine de lin. La soupe ainsi préparée sera placée dans un endroit frais, où elle pourra se conserver pendant une semaine si on a soin de n'y puiser qu'avec des ustensiles très propres et de la tenir à l'abri de l'air. Si, au lieu d'employer des graines de lin entières, on les employait moulues, on pourrait faire directement le mélange avec la farine de froment ; il suffirait alors de porter à ébullition pendant quelques minutes.

Au lieu de mélanger les farines au lait écrémé, dès que l'animal a environ huit jours, on lui présente sur la main un peu de tourteau moulu ; il s'habitue peu à peu à en prendre une certaine quantité ; après peu de temps on pourra placer la farine au fond du seau, le veau la léchera avec avidité lorsqu'il aura pris le lait écrémé. Il semble qu'il y ait quelque avantage à agir ainsi ; d'abord on évite la main-d'œuvre que nécessite le mélange de la farine au lait, il y a économie de combustible et les veaux sont moins sujets à contracter la diarrhée, enfin l'animal ne prend que la quantité d'aliments solides qui lui convient.

Huile de foie de morue. — Il résulte des expériences faites sur la ferme de Sir Robert Jardine par le Dr Gillespe que l'huile de foie de morue est le substituant du beurre le plus pratique et le plus économique. Ces expériences, commencées en 1898, furent continuées les années suivantes au collège d'agriculture de Yorkshire, sous la direction du professeur Campbell. Le 16 mai 1899, on acheta quinze jeunes veaux. Du 16 mai au 9 juin, ils reçurent tous du lait frais, d'abord quatre fois par jour, puis trois fois seulement, la quantité totale étant portée graduellement de quatre litres et demi à six litres. Le 17 juin, les veaux furent pesés et divisés en trois lots. Le premier lot continua

Digitized by Google

à recevoir six litres de lait par tête et par jour en trois fois. Le deuxième lot eut une partie du lait frais remplacé par du lait écrémé auquel on ajouta 16 grammes d'huile de foie de morue ; le lot trois eut aussi une partie du lait frais remplacé par du lait écrémé auquel on ajouta un mélange de farines, composé de deux parties de farine de graine de lin, une partie de farine d'avoine, une partie de farine de riz et une partie de farine de fèves des marais, le tout bien tamisé. L'addition au lot trois fut faite à cause de la fréquence avec laquelle les farines sont employées lorsqu'on nourrit les veaux avec du petit lait. A partir du 19 juin ces animaux ne firent plus que deux repas par jour, tout en consommant la même quantité de lait qu'avant. Le 15 juillet, l'huile de foie de morue ayant été portée à 60 grammes, on commença à leur donner un peu de tourteau de lin et de son, environ trois kilogr. par jour entre tous. Ce mélange fut augmenté graduellement jusqu'à la fin de l'expérience et porté enfin à 22 kil. 500 de tourteau de lin et 14 kilogr. de son, avec du foin de prairie naturelle. En prenant le prix du lait consommé par le lot 1 à 0 fr. 80 les 4 litres 50, la valeur du lait consommé fut de 1 fr. 25 par tête et par jour ; le prix de l'huile de foie de morue était de 6 fr. 25 les 4 litres 50, le lait écrémé fut estimé à 0 fr. 10 les 4 litres 50. Le lot 2 revint donc à 0 fr. 40 par tête et par jour ; tandis que le lot 3 qui prenait la farine revint à 0 fr. 10 par tête et par jour, plus le lait écrémé, c'est-à-dire un peu plus de 0 fr. 40 par tête et par jour. Tous les animaux eurent à leur disposition du foin de prairie naturelle à volonté. Les pesées furent faites aux dates ci-dessous :

DATES.	LOT 1.	LOT 2.	LOT 3.
17 Juin.....	329 k.265	275 k.909	283 k.013

Digitized by Google

DATES.	LOT 1.	LOT 2.	LOT 3.
15 juillet....	371 k.	370 k. 546	375 k. 082
12 août.....	506 665	463 069	415 446
9 septembre	624 531	581 891	536 998
16 novembre	1.003 009	860 060	953 402
13 décembre.	1.034 989	950 631	945 527
10 janvier...	1.103 022	1.078 075	1.047 121
7 février...	1 251 331	1.223 188	1.221 395
7 mars.....	1.350 657	1.361 542	1.322 989
4 avril.....	1.422 769	1.425 945	1.371 519
2 mai.....	1.524 817	1.510 644	1.481 009

L'huile de foie de morue était simplement mélangée avec le lait et les veaux la prenaient sans difficulté ; on ne dépassa pas la dose de deux onces par jour, une plus grande quantité semble relâcher les intestins ; mais il ne faut pas confondre cet accident avec la diarrhée pathologique. La farine fut donnée sous forme de brouet mélangée au lait écrémé. Le sevrage complet eut lieu au commencement de septembre. L'augmentation journalière moyenne par tête durant les douze semaines du 17 juin au 9 septembre fut, pour les veaux au lait frais, de 680 gr. 312 ; pour ceux à l'huile de foie de morue de 623 gr. 620, et pour ceux à la farine de 538 gr. 582. Il résulte de la comparaison de ces chiffres que, quoique les veaux au lait frais eussent profité davantage, la dépense fut environ trois fois plus élevée que pour ceux à l'huile de foie de morue et hors de toute proportion avec l'augmentation de poids. Lorsque les veaux eurent environ deux mois et demi, il y eut peu de différence entre le lait entier et l'huile de foie de morue, et ces derniers étaient de beaucoup supérieurs à ceux nourris avec de la farine. Après le sevrage, les veaux à l'huile de foie de morue se ressentirent plus du changement de régime. Au

Digitized by Google

commencement de l'hiver on acheta dix autres veaux, trois furent élevés avec du lait écrémé et de l'huile de foie de morue. Lorsqu'on cessa le lait, l'huile fut continuée mélangée au son ; cette manière de procéder parut donner de meilleurs résultats qu'en supprimant l'huile en même temps que le lait. Un point qui est en faveur de l'huile de foie de morue, c'est le peu de main-d'œuvre nécessaire, comparée à celle que nécessite l'emploi de la farine. Au printemps de l'année suivante, on fit une nouvelle expérience : quatre veaux furent nourris avec du lait frais et huit avec du lait écrémé et de l'huile de foie de morue. Au sevrage, quatre de ces derniers veaux continuèrent à recevoir de l'huile de foie de morue pendant quelque temps, mélangée à du son et du tourteau. Le résultat de cette expérience montra que l'huile de foie de morue pouvait être recommandée avec confiance comme substituant du beurre pour l'élevage du veau ; le prix de revient fut de un tiers au-dessous de celui du lait frais et montra en même temps la supériorité des veaux à l'huile de foie de morue sur ceux nourris avec de la farine et du lait écrémé.

En 1899, des expériences nouvelles furent entreprises au collège d'agriculture du Yorshire, à Garforth, dans le but de rechercher si l'huile de foie de morue ne pourrait pas être employée avantageusement comme substituant de la matière grasse du lait dans l'élevage des veaux. On fit deux lots, un alimenté avec du lait frais et l'autre avec du lait écrémé additionné d'huile de foie de morue. Les animaux nourris avec du lait entier donnèrent, il est vrai, un meilleur résultat, mais le surcroît de dépense fut hors de proportion avec la différence de poids. En 1900, les expériences furent continuées.

Certaines personnes ayant objecté que la qualité de

Digitized by Google

la viande pouvait être altérée, on chercha à vérifier le bien fondé de cette supposition. En 1899, trois lots de veaux furent nourris respectivement avec du lait entier, du lait écrémé et de l'huile de foie de morue, et du lait écrémé et de la farine. Après le sevrage, tous les veaux furent traités de la même manière. Au début de l'expérience, chaque lot était composé de cinq veaux, quatre mâles et une femelle ; mais les génisses furent supprimées avant le deuxième essai. Malheureusement un des mâles du lot 1 au lait entier mourut, de sorte qu'il n'en resta plus que trois pour être comparés aux autres lots ; dans ce lot les trois animaux gagnèrent 401 kilogr. 843, le lot 2 gagna 399 k. 143 et le lot 3, 379 kilogr. 264, soit une augmentation moyenne de 393 kilogr. 4. Le lot à l'huile de foie de morue, qui pesait au début 419 kilogr. 076, pesait à la fin de l'expérience 989 kilogr. 625. En comparant le gain par tête, les veaux au lait entier gagnèrent 455 gr. 613, ceux à l'huile 455 gr. 840 et ceux à la farine 455 gr. 444. On voit ainsi la supériorité de l'huile de foie de morue.

Quant au rapport du poids vif au poids mort, ce furent encore les veaux à l'huile de foie de morue qui tinrent la tête, car leur rendement fut de 58,56 °/₀ contre 57,90 pour le lot au lait entier et 57,08 pour le lot à la farine. « The Leeds cooperative stock » acheta tous les animaux, et le rapport fait remarquer que les bêtes au lait entier étaient les plus mauvaises ; les bêtes nourries avec de la farine avaient un meilleur *dedans*, mais comme ensemble elles ne valaient pas celles nourries avec l'huile de foie de morue ; celles-ci avaient les rognons plus couverts et donnèrent la meilleure viande. Ainsi, dans les premiers stades de l'existence, l'huile de foie de morue n'a eu aucune influence fâcheuse sur la qualité de la viande, ni sur le rendement.

Digitized by Google

Une autre expérience fut faite l'année suivante pour savoir si on pouvait employer l'huile de foie de morue avec avantage, après le sevrage, aux veaux qui y étaient déjà accoutumés. On choisit donc douze veaux âgés d'environ huit jours, on leur donna deux fois par jour 3 litres 50 de lait frais par tête. A l'âge de six semaines, cette ration augmentée graduellement était de 4 litres 688. A ce moment ils furent divisés en deux lots: un de quatre veaux qui continuèrent à ne recevoir que du lait, et l'autre de huit qui fut mis graduellement à la ration du lait écrémé et de l'huile de foie de morue ; le 12 mai, c'est-à-dire une semaine après, la substitution était complète. La quantité de lait consommée par chaque veau était de 5 litres 860 et de 60 grammes d'huile de foie de morue ; le 19 juin, la ration de lait fut portée à 8 litres 032 et elle fut continuée jusqu'au 12 septembre. On procéda alors au sevrage graduel, qui fut complet une semaine après. Le 2 juin, on avait commencé à donner 900 grammes environ d'un mélange de tourteau de lin et de son pour tout le lot, jusqu'au 22 septembre, on augmenta graduellement la ration du mélange jusqu'à 2 kilogr. par tête et par jour. Tel fut le traitement auquel les deux lots furent soumis, en faisant observer que les animaux furent toujours tenus en stabulation permanente. Le résultat final fut conforme à celui de l'année précédente. Le poids moyen du lot au lait entier était, au 15 septembre, de 159 kilogr. 194, et celui de l'autre de 128 kilogr. 808, soit une différence de 30 kilogr. 386. En 1899, la différence était moins prononcée. Les veaux au lait entier ont donc mieux profité puisqu'ils ont pesé plus que les autres ; mais la différence du prix de revient n'est pas en rapport. En admettant que le lait entier valut 0 fr. 80 les 4 litres 54 et le lait écrémé 0 fr. 20, le prix de revient par tête et par jour, au

Digitized by Google

moment où la ration est au maximum, fut de 1 fr. 25 pour le lot 1 et de 0 fr. 40 pour le lot 2, l'huile revenant environ à 0 fr. 05 l'once. La différence entre le poids moyen des veaux n'est donc pas en rapport avec la différence du prix de revient. On doit aussi faire remarquer que le lot 2 ne recevait que deux onces d'huile de foie de morue, tandis que le lot 1 recevait quatre fois plus de matières grasses avec les 6 lit. 84 de lait. La seconde partie des recherches eut pour but d'établir si on pouvait continuer l'huile avec avantage et à la même dose aux veaux qui y étaient déjà accoutumés. Le lot 2 fut donc divisé à son tour en deux autres lots de quatre veaux chacun de poids aussi égal que possible. A l'un d'eux on continua l'huile de foie de morue à raison de deux onces par tête, qu'on mélangea avec le tourteau et le son, le reste de la ration restant la même pour tous. Lorsque commença cette nouvelle expérience, le lot qui continuait à recevoir l'huile de foie de morue pesait 517 kilogr. 247 gr., et les veaux qui avaient été nourris avec du lait pesaient 636 kilogr. 778 gr. Le 30 mars, les premiers pesaient 1,365 kilogr. 625 gr. et avaient dépassé les seconds. Le gain moyen pour chacun des trois lots avait été de 907 gr. 088 pour les veaux au lait, de 1 kilogr. 019 pour ceux qui continuaient à recevoir de l'huile, et de 935 gr. 434 pour les autres. De sorte que les veaux au lait entier étaient ceux qui avaient le moins produit pendant cette période de l'expérience. On voit donc que le lot qui était devenu le numéro 2 avait dépassé le lot 1 ; même en ayant continué l'huile, la quantité de matière grasse consommée durant les 295 jours ne fut que de 590 onces contre 735 de matière grasse consommée par les veaux au lait entier. Si on compare avec le lot 3 auquel on avait supprimé l'huile au sevrage, la supériorité du lot 2 est manifeste. Il ressort

Digitized by Google

de cela qu'on peut continuer l'huile de foie de morue avec avantage après le sevrage ; cependant, cette règle mérite une plus ample consécration. Cette expérience confirme encore celle des années précédentes. L'huile de foie de morue peut être employée avec confiance ; c'est un substituant de la crème auquel les jeunes veaux s'habituent facilement, son emploi nécessite peu de peine et de travail.

Il n'y a peut-être rien de bien nouveau dans le rapport des expériences sur l'élevage des veaux à Garforth publié par le *Yorkshire council for agricultural education conjoinctly with the university of Leeds.* Néanmoins c'est un document des plus intéressants qui ait été publié depuis quelques années. Ces expériences, qui prirent fin en 1903, ont duré cinq ans. Le rapport complet avec le rapport des bouchers sur les animaux tués est un document très suggestif avec des faits et des chiffres clairement présentés et intelligibles pour tous. Le but de ces expériences était de déterminer la valeur de l'huile de foie de morue, comparée avec les anciens systèmes d'élevage connus. Il est intéressant de reprendre les résultats des années précédentes. Il est incontestable que la première année le lait frais donna les meilleurs résultats apparents, quoique, eu égard au prix de revient, l'huile de foie de morue puisse être recommandée avec confiance pour remplacer la crème ou les farines. Il est assez curieux aussi de voir que les veaux au lait entier se soient trouvés moins bons que les autres ; ils n'étaient nullement comparables à ceux nourris avec de l'huile de foie de morue, ni même à ceux nourris avec de la farine. En 1900, les veaux alimentés avec du lait écrémé et deux onces d'huile de foie de morue contrastèrent avec ceux nourris au lait entier. Pour faire une comparaison scientifique, nous dirons qu'un veau

Digitized by Google

qui consommait 6 litres 80 de lait entier recevait quatre fois autant de matière grasse qu'un veau nourri au lait écrémé (6 litres 80) et 2 onces d'huile. Les expériences de 1900 furent encore très concluantes en faveur de l'huile de foie de morue, quant au prix de revient. Cette année-là, quatre veaux reçurent de l'huile de foie de morue après le sevrage mélangée au tourteau et au son ; ces expériences montrèrent le bien fondé de cette pratique, le rapport des bouchers fut des plus favorables. En 1901, on eut en vue de rechercher quelle serait la valeur de l'huile de foie de morue continuée après le sevrage, les animaux devant être mis au pâturage. On continua donc à donner de l'huile aux veaux qui y étaient déjà accoutumés. D'une manière générale, les avantages prévus d'après les expériences précédentes ne furent pas confirmés ; ces derniers ne se développèrent pas dans des proportions suffisantes pour justifier la continuation de l'huile dans ces conditions.

Les expériences de 1902 furent entreprises afin de fixer les doses d'huile de foie de morue à faire entrer dans la ration et aussi pour savoir si l'huile brune donnerait les mêmes résultats que la blonde, avec la première la dépense n'étant que de 0 fr. 35 par jour au lieu de 0 fr. 40. Les veaux qui reçurent l'huile de seconde qualité se comportèrent mieux que ceux qui reçurent de l'huile de première qualité. La conclusion qu'on tira de cette expérience fut que l'huile de foie de morue est le meilleur substituant des farines et de la crème. Mais il n'y eut aucun sérieux avantage à continuer l'huile après le sevrage. Les expériences des années précédentes se trouvèrent donc confirmées et l'emploi de l'huile de seconde qualité permit de réaliser une économie appréciable tout en obtenant les mêmes résultats. On essaya aussi d'augmenter la dose

Digitized by Google

d'huile et de la porter à quatre onces, les résultats montrèrent qu'on devait s'en tenir aux premiers essais.

En 1903, on eut pour but de rechercher si une quantité plus élevée d'huile de foie de morue donnerait de meilleurs résultats et s'ils confirmeraient ceux des années précédentes. On se proposait en même temps d'établir une comparaison avec la farine d'avoine. Les veaux ne furent mis au pâturage qu'à l'âge de 12 mois ; mais pendant l'alimentation lactée ils furent mis dans une prairie pendant le jour. Ils furent divisés en quatre lots, chacun reçut respectivement six litres de lait frais, 6 litres de lait écrémé et deux onces d'huile de seconde qualité, 4 lit. 50 de lait écrémé et deux onces de farine d'avoine réduite en bouillie. La farine d'avoine était portée à ébullition pendant une demi-heure au moment du repas et distribuée en mélange avec le lait écrémé. On donna deux onces d'huile de foie de morue pendant deux mois ; à partir de ce moment on augmenta la dose. La farine d'avoine ne put être supportée que jusqu'à 907 gr. 080 par jour. Lorsque les expériences commencèrent, chaque veau recevait 120 grammes d'un mélange à parties égales de tourteau, de graine de lin et de son qu'on augmenta graduellement jusqu'à 680 grammes pour chacun, le foin était donné à volonté ; en juin on ajouta 250 gr. de betteraves qu'on porta graduellement à 750 gr. ; vers la fin juin les betteraves furent remplacées par du trèfle vert et on diminua la ration de foin ; vers le milieu du mois de juillet le trèfle fut remplacé par des vesces mélangées à du foin haché. Les veaux au lait frais furent les plus lourds, mais le prix de revient du poids vif par animal fut de 58 fr. 10, tandis que ceux qui avaient reçu de l'huile de foie de morue de seconde qualité ne revenaient qu'à 23 fr. 70. Les veaux du lot recevant de

Digitized by Google

la farine d'avoine, ayant été mal conduits dès le début de l'expérience, se dégoûtèrent ; ils se développèrent mieux lorsqu'on les mit à la prairie au commencement de l'été.

Les résultats de ces cinq années d'expériences peuvent se résumer comme suit :

1° L'huile de foie de morue, comme substituant de la crème, peut être employée économiquement et sans crainte dans l'élevage des veaux ;

2° Les veaux élevés au lait écrémé et à l'huile de foie de morue ne se développent pas autant, pendant la période de lactation, que ceux élevés au lait entier, mais la différence n'est pas en raison de la dépense ;

3° Comme on court quelques risques dans l'emploi de l'huile brune, qui coûte moins cher, et comme l'huile blonde ne revient pas à un prix bien plus élevé, il est plus prudent d'employer celle-ci ;

4° La continuation de l'huile de foie de morue après le sevrage n'est pas justifiée ;

5° Les veaux peuvent être élevés économiquement avec un mélange de farine d'avoine et de lait écrémé ;

6° Il résulte des expériences de 1903 que les veaux conduits aux prés pendant la période de lactation se développent mieux que ceux tenus en stabulation permanente ;

7° La diarrhée blanche qui s'est montrée à Graforth semble être due à une alimentation mal comprise ou à quelque altération soudaine dans la composition du lait. Elle peut être évitée en partie en alimentant les veaux à des intervalles fréquents et réguliers. Si la maladie apparaît, le traitement doit être prompt. L'isolement est à recommander, car il n'est pas encore prouvé que la maladie n'est pas infectieuse.

Digitized by Google

Note de l'auteur. — La diarrhée blanche est toujours contagieuse ; le meilleur remède après l'âge de quinze jours, c'est le lait écrémé caillé.

On est en droit d'être surpris de la facilité avec laquelle les jeunes veaux digèrent certains aliments concentrés. Dans certaines contrées, lorsque le veau est arrivé à l'âge de trois semaines, la mère n'a plus une quantité de lait suffisante pour nourrir convenablement son fruit ; nous avons vu employer, et nous l'avons fait nous-même, du froment ou de la semence de jarousse à la dose de un demi-litre par jour, soit environ 375 grammes, sans avoir subi aucune préparation. Les grains sont mis dans une bouteille de un litre qu'on remplit d'eau, on verse lentement dans la bouche de l'animal en prenant toutes les précautions pour éviter l'engouement ; aussitôt après on fait téter. Jamais nous n'avons vu la diarrhée survenir avec cette alimentation supplémentaire et la viande conservait toute la blancheur de celle des animaux de lait. Nous reprochons à ce procédé primitif de n'être pas toujours pratique à cause des accidents qui peuvent se produire. La farine de coco que nous avons essayée provoque des diarrhées réfractaires à tout traitement.

Il est certaines races qui sont si peu laitières qu'il est de toute nécessité, si on veut les améliorer, d'avoir recours à une alimentation spéciale et intensive dès le jeune âge ; il faut donc aider la mère par l'emploi de rations supplémentaires capables de remplacer le lait qui fait défaut. On continuera à faire téter le veau, ou mieux à lui faire consommer le lait au seau ou au biberon, après lui avoir donné son supplément de nourriture, qu'on commencera à lui faire prendre vers l'âge de quinze jours. On commencera par des doses faibles, 50 grammes par repas, qu'on augmentera graduellement.

Digitized by Google

L'excipient le plus convenable est le thé de foin fait avec un kilogramme de bon foin sur lequel on verse environ 20 litres d'eau bouillante.

Rappelons la composition moyenne du lait de vache :

Eau, 87 °/₀ ; corps gras, 4,6 °/₀ ; sucre, 3,8 °/₀ ; sels, 0,6 °/₀ dont 0,2 d'acide phosphorique.

Les éléments qui entrent dans la composition du lait, ou leur équivalent, doivent de toute nécessité se trouver dans les buvées. Le lait de vache a une densité moyenne de 1,029 à 1,034. Pour obtenir les mêmes résultats qu'avec un litre de lait il faut : 899,50 d'eau, un litre en chiffres ronds, cette eau sera du thé de foin ; 47 gr. 564 de corps gras, 41 gr. 36 de principes azotés, 39 gr. 392 de sucre et 2 gr. 068 d'acide phosphorique. On éprouve de réelles difficultés pour faire une substitution rationnelle des principes élémentaires du lait, car les équivalents nutritifs sont loin de remplir le but proposé, d'autant que l'équivalent en matière azotée ne concorde pas avec l'équivalent en matière hydro-carbonée. Par le tâtonnement on peut toujours déterminer la quantité de substances alimentaires nécessaires. Cette manière de procéder entraîne une perte de temps pendant lequel l'animal ne profite pas ; si on force les doses, on provoque la diarrhée. Une seule denrée ne peut jamais suffire pour préparer ce que nous nous permettrons d'appeler improprement un lait artificiel.

Les équivalents isoglycosiques nous semblent mieux répondre aux besoins de la pratique que les équivalents nutritifs. Dans le cas présent, nous n'avons pas à nous préoccuper des transformations ultimes que subit la matière azotée de l'aliment ; nous savons qu'elle est indispensable à l'accroissement du sujet, à

Digitized by Google

la formation des muscles, c'est-à-dire de la viande, et qu'aucune autre partie composante du fourrage ne saurait remplir cette fonction. Il n'en est pas de même du sucre et des matières grasses du lait qu'on pourrait remplacer par des féculents.

La matière grasse contenue dans le lait correspond à 76 gr. 58 de glycose, la matière sucrée à 41 gr. 38, soit un total de 117 gr. 94 qui sont brûlés pour l'entretien de la chaleur animale ou accumulés sous forme de graisse.

Pour composer les buvées qui doivent remplacer le lait il est de toute nécessité de n'avoir recours qu'à des aliments concentrés ayant un coefficient de digestibilité très élevé ; les tourteaux, les farines blutées réunissent les conditions requises. Pour les raisons déjà indiquées, nous donnons la préférence aux farines des légumineuses ; à l'âge de quinze jours, âge auquel on peut commencer l'allaitement supplémentaire, un mélange de farine de lin et de farine de fèves donne les meilleurs résultats. La farine de lin doit être aussi fraîchement moulue que possible, conservée dans un récipient en terre verni à l'intérieur placé dans un endroit frais à l'abri de l'humidité.

Composition de la farine de lin et de la farine de fèves avec l'équivalent en glycose de la matière grasse et des glycosides :

Farine de lin : 21,7 MA ; 37 m.g = 59,51 glycose. 17,5 MNA = 18,81 glycose = 78,32 glycose total.

Farine de fèves : 29,05 MA ; 2 m.g. = 3,22 glycose. 55,85 MNA = 60,038 glycose = 63,25 glycose total.

Si nous représentons par x la farine de lin et par y la farine de fèves, il faudra que la somme des éléments nous donne d'une part 41,36 de matière azotée (MA) contenue dans un litre de lait et d'autre part 117,94 de

Digitized by Google

glycose qui est l'équivalent des matières grasses et du sucre contenus aussi dans un litre de lait ; nous pouvons donc écrire les deux équations suivantes :

$$21{,}7\,x + 29{,}05\,y = 41{,}36.$$
$$78{,}32\,x + 62{,}25\,y = 117{,}94.$$

D'où on tire pour x 89 gr. 5 et pour y 75,5, soit un total de 165.

Cette ration contiendra exactement 41 gr. 25 de matière azotée et 118 gr. 06 de glycose.

La farine de fève contrebalance les effets relâchants de la farine de lin. On fera tremper au préalable dans de l'eau froide et on portera ensuite à ébullition pendant dix minutes pour réduire à un litre, on fera prendre à la température de 30 à 35°, pas davantage. On pourra commencer par un litre par repas, c'est-à-dire par 165 grammes de farine en augmentant la dose graduellement. Le mélange indiqué contiendra en moyenne 1 gr. 225 d'acide phosphorique, sans compter celui qui pourra se trouver dans le thé de foin si le foin qui a servi à le préparer est de bonne qualité. A mesure que l'accoutumance s'établira, on pourra remplacer la ration ci-dessus par 52 gr. 50 de tourteau d'arachides et 150 gr. 54 de farine de riz, calculés comme ci-dessus ; ce mélange donnera 41 gr. 349 de matière azotée et 117 gr. 92 de glycose, plus 6 grammes d'acide phosphorique. Les bons effets qu'on obtient de la farine de riz même employée seule sont dus autant à sa richesse en acide phosphorique qu'à sa teneur en principes immédiats. Un mélange de 700 gr. de carottes cuites et de 68 gr. 9 de tourteau d'arachides constitue un excellent aliment pour les veaux qu'on destine à la boucherie. La carotte a un coefficient de digestibilité très élevé ; récoltée à point c'est de toutes les racines celle qui contient le moins de

Digitized by Google

principes ligneux, elle jouit de propriétés hygiéniques exceptionnelles ; bien cuite, bien réduite en pulpe, elle n'augmente pas sensiblement le volume de la ration et est très bien supportée par l'estomac des jeunes animaux. Le tourteau d'arachides devra être porté à ébullition avant de faire le mélange, qui sera servi à la température de 30 à 35°. En règle, il sera toujours bon de recourir à l'emploi de denrées riches à la fois en matières grasses et en matières protéïques.

Dans le tableau ci-contre, nous donnons la nomenclature et la composition des substances qu'on peut le plus généralement employer pour l'alimentation artificielle des jeunes veaux :

SUBSTANCES	MA	MG	EI	MNA	EI	EI TOTAL	
Lait.....	**41.36**	**47.564**	**76.58**	**39 392**	**41 36**	**117.94**	**2.068**
Tourteau d'arachides	44.35	5.66	9.11	28.30	30.425	39.5325	1.40
Tourteau de lin	28.30	10	16.10	31.50	33.8625	49.9625	2.37
Farine de pois	22.4	3	4.83	52.6	56.545	61.375	0.995
Farine de fèves	29.05	2	3.22	55.85	60.0387	63.2587	1
Farine de sarrazin..	9.2	4.8	7.72	61.3	65.8975	73.6175	0.38
Farine d'orge	13	2.2	3.542	67	72.025	75.567	0.047
Farine de maïs.....	15.2	3.8	6.118	70.5	75 7875	81.9055	0.306
Farine de riz décortiqué....	12	10.8	17.388	46.5	49.9875	67.3755	4.57
Farine d'avoine	9.65	3.80	6.118	69.55	74.71	88.248	
Tourteau de Sésame	33.5	11.5	18.515	15.5	16.6625	35.1775	2.07
Carottes	1.5	0.2	0 322	10.9	11.7175	11.9175	0.15
Lait centrifugé.....	3.5	0.3		4.9			
Farine de lin dégraissée...	27.8	2.1	3.381	33.9	36.4325	39.8135	2.30

Digitized by Google

MA représente la matière azotée, que nous considérons comme étant exclusivement destinée à former la *viande* ; MG matières grasses, MNA sucre et g'ycosides ; EI équivalents isoglycosiques. Ce tableau a été établi en prenant les quantités digestibles probables ; les farines, moins celle de lin, doivent être parfaitement blutées.

La farine de lin est généralement considérée par les Anglais comme ayant une valeur nutritive égale à celle du lait ; elle manque de principes azotés et il est préférable d'employer 136 grammes de cette farine et 27 grammes de tourteau d'arachides.

Pour remplacer les 47 gr. 564 de matières grasses contenues dans un litre de lait, il faudrait 73 gr. 50 de fécule ; nous estimons que, si ce substituant a donné de bons résultats chez certains éleveurs, il n'est pas à recommander d'une manière générale, pour les raisons exposées à l'article digestion ; à moins, après l'avoir hydratée, d'y ajouter de la poudre de malt ou du ferment butyrique et faire digérer pendant quelques heures à une température inférieure à 70°.

Le lait, selon qu'il provient de la traite du matin ou du soir, d'une vache nourrie avec des fourrages secs ou des fourrages verts, etc., présente des différences plus sensibles dans sa composition que les différents mélanges qu'on peut faire d'après la méthode de calculs que nous avons indiquée ; l'emploi de la farine de lin et des tourteaux permettra de sevrer de bonne heure, sans temps d'arrêt dans le développement, en se conformant aux indications déjà données pour la conduite du régime, le sevrage devra se faire graduellement, et les substitutions ne devront jamais se faire brusquement sans transition.

Dans le courant de janvier 1899, un éleveur anglais, M. Morgon, conseillait, dans une conférence qu'il fit à

Digitized by Google

Balfron sur l'alimentation des veaux, un mélange de deux parties de farine de pois, une partie de farine d'avoine et une partie de farine de lin. Les Anglais, que nous pouvons prendre pour modèles pour toutes les questions d'alimentation, prétendent que la farine de lin doit être la base de l'alimentation artificielle des veaux, à cause de sa richesse en principes gras ; les équivalents isoglycosiques donnent l'explication de ce fait qui repose sur une longue expérience d'éleveurs de profession. Si nous n'avons pas dévoilé la composition des lactins, nous pensons avoir indiqué à chacun le moyen d'en préparer plus économiquement sans fenugrec ou autre substance aromatique, dont le rôle essentiel est de masquer la nature des denrées employées. Les buvées doivent toujours être données à la température du corps de l'animal. Il est bon aussi, surtout au début, de multiplier les repas, d'en faire faire quatre par jour jusqu'à ce que l'accoutumance soit établie. On évite ainsi les surcharges intestinales.

Cheval. — Il arrive souvent qu'une poulinière est mauvaise laitière, d'autres fois la mère meurt pendant la mise-bas. Le lait de vache est le meilleur aliment qu'on puisse donner pour remplacer le lait de la mère. Le premier contient moins de sucre, on peut en ajouter, mais il faut éviter de le délayer avec de l'eau. Lorsqu'on sera dans la nécessité de recourir à l'allaitement artificiel, pour les jeunes poulains, on fera faire de quatre à cinq repas par jour avec chaque fois vingt-cinq centilitres de lait de vache sucré, jamais davantage. On augmentera la dose graduellement, à mesure que l'animal prendra de l'âge ; si le lait pur paraissait incommoder le jeune sujet, on ajouterait une cuillerée d'eau de chaux seconde par demi-litre de lait ; si la constipation survenait, on donnerait de une

Digitized by Google

à quatre cuillerées d'huile de ricin selon l'âge et le poids. On devra surveiller que la diarrhée ne persiste pas après la purgation et, si besoin était, on aurait recours au sous-nitrate de bismuth. A l'âge de quatre semaines, on ajoutera un peu de farine de lin au lait de vache, environ 100 à 150 grammes par jour, qu'on donnera en deux fois. L'animal sera habitué à manger de bonne heure, on lui servira un mélange par parties égales de son et d'avoine moulue ou finement concassée. A l'âge de quatre mois on pourra remplacer le lait entier par le lait écrémé, et on commencera à faire consommer un peu d'herbe fraîche. L'alimentation artificielle des poulains est une opération très délicate, qui demande à être conduite avec beaucoup de tact. Les farines des légumineuses, les fèves, les lentillons principalement doivent être mélangés par moitié dans la ration d'avoine aussitôt que le poulain sera en âge de manger, afin de favoriser le développement du système musculaire. Ces grains devront avoir subi le trempage pour faciliter la mastication.

Le plus souvent, l'alimentation des jeunes chevaux est réglée d'après les conditions économiques qui président à l'exploitation de la ferme ; quoiqu'il soit important d'abaisser le prix de revient d'un jeune cheval, il ne faut pas pousser l'économie jusqu'à la parcimonie si on ne veut pas que l'opération se traduise par une perte déguisée par un bénéfice apparent. Lorsqu'il y a un temps d'arrêt dans le développement d'un jeune animal, il a moins de valeur au moment de la vente que lorsqu'il a été nourri d'une façon substantielle pendant son jeune âge. On ne saurait donc trop recommander de faire consommer de l'avoine pendant la première année ; la quantité à faire consommer sera toujours en raison inverse de la qualité du foin.

Digitized by Google

En résumé, le poulain demande une bonne alimentation pendant le premier hiver, et après le sevrage. Lorsqu'il est encore avec la mère, on doit l'habituer à prendre un peu de foin et de l'avoine concassée; on le préparera ainsi graduellement à consommer sa ration lorsqu'il sera sevré et, si, dans la première année, le jeune cheval a reçu de bonnes fondations, plus tard il sera bien développé et la nourriture n'aura pas besoin d'être aussi abondante le deuxième et le troisième hiver lorsqu'il rentrera du pâturage. Si le yearling a été négligé, si la nourriture lui a manqué, soit en qualité, soit en quantité, la faute sera irréparable, on ne rattrapera jamais le temps perdu. Le supplément de dépense occasionné par l'achat d'aliments concentrés est largement compensé par la plus-value acquise à l'âge de quatre ans. Il est plus avantageux de soumettre un poulain à un bon régime que d'en élever deux en les nourrissant médiocrement.

L'avoine est certainement le meilleur des aliments pour les jeunes chevaux, quelle qu'en soit la race; pour les chevaux de selle aucun autre grain ne saurait la remplacer; on peut peut-être nourrir les chevaux de gros trait plus économiquement. Il est impossible de poser des règles invariables pour nourrir les jeunes chevaux; leur mode d'alimentation dépend de la nature des fourrages récoltés sur la ferme. Le maïs ne convient pas aux élèves à cause de sa faible teneur en albuminoïdes et du manque de matières minérales. Cependant, pour les grosses races on peut le donner additionné de farine de légumineuses ou de malt d'orge dans la proportion de une partie de maïs pour 3 1/2 des autres substances. On peut aussi donner du son; mais, afin d'assurer une bonne mastication, on le mélangera aux grains ou à de la paille hachée. Le tourteau de lin, donné en quantité modérée, est aussi un

Digitized by Google

bon aliment, malgré sa valeur marchande son emploi est économique, surtout si on considère les bons effets qu'il a sur la santé des jeunes animaux. Pendant l'hiver, pendant la période de stabulation, on ne négligera pas de faire consommer des carottes ou des betteraves sucrières. Trop souvent on considère que la valeur d'un cheval dépend exclusivement de son origine, perdant ainsi de vue que la manière dont il a été nourri pendant sa jeunesse exerce la plus grande influence sur sa valeur future.

Agneaux. — Il est facile de comprendre que l'avenir des agneaux dépend de la manière dont ils auront été traités; on doit envisager cette question sans se préoccuper de la destination des animaux. L'état des agneaux dépend beaucoup de l'état des mères. C'est donc à tort qu'on se contente le plus souvent de ne donner aux brebis nourrices que ce qu'elles trouvent au pâturage ; à moins que celui-ci ne soit de bonne qualité et que les herbes soient abondantes, on doit toujours donner une ration de racines écrasées ou coupées mélangées avec du tourteau d'arachides, du son, de la farine d'orge, afin de contrebalancer les effets laxatifs des racines ; les betteraves favorisent la sécrétion lactée. On se plaint quelquefois que le troupeau n'est pas d'un bon revenu ; cela tient à ce qu'on ne le traite pas avec assez de libéralité. Lorsque les brebis nourrices ne peuvent pas sortir, un peu de foin ne suffit pas pour les entretenir en bon état de lactation. Il ne faudrait pas tomber d'un excès dans un autre ; une nourriture substantielle composée de denrées de bonne qualité, voilà tout le secret d'une bonne réussite.

Le sevrage des agneaux doit se faire graduellement ; on doit commencer de bonne heure à les habituer à

Digitized by Google

manger et ne pas oublier que la variété dans l'alimentation est une des conditions de la réussite. Immédiatement après le sevrage on donnera un peu de grain, de l'orge, de préférence à l'avoine. Les limites du cadre que nous nous sommes tracé ne comportant pas l'étude des pâturages, nous dirons cependant que, dans une ferme où le troupeau aura quelque importance, une sole de ray grass à proximité de la bergerie facilitera le sevrage et contribuera à entretenir les jeunes animaux en bon état, ce qui permettra de les livrer de bonne heure à la boucherie, et on favorisera aussi le développement des animaux qu'on voudra conserver dans le troupeau.

Porcs. — Lorsque les jeunes porcs commencent à manger, on doit leur faire prendre peu de nourriture à la fois, mais il faut qu'elle soit de bonne qualité. Les aliments ne seront ni trop secs ni trop humides; le lait écrémé remplacera toujours l'eau avec avantage ; un mélange par parties égales de son et de recoupes, additionné par moitié de farine d'avoine décortiquée, formera une bonne ration. La farine d'orge, riche en principes minéraux, remplacera utilement la farine d'avoine. Dans le premier âge, les porcs doivent faire quatre repas par jour. Après le sevrage, qui a lieu à l'âge de quatre à cinq semaines, on devra faire graduellement la séparation d'avec la mère. A l'âge de trois mois on ne fera plus faire que trois repas par jour, mais les animaux seront conduits à la prairie ; à ce moment, si le prix du marché le permet, la farine d'orge pourra être remplacée par la farine de froment.

La farine de maïs n'est pas à conseiller pour les jeunes porcs, à moins de la donner en petite quantité et mélangée avec d'autres aliments farineux ; en hiver, le son ou les recoupes seront additionnés de substances

Digitized by Google

riches en hydrates de carbone, telles que les pommes de terre. Malgré qu'on ne soit pas d'accord sur le degré de digestibilité des composés phosphatés, nous n'hésitons pas, fort en cela de nos observations pratiques, pour conseiller (pour les porcs) d'ajouter des phosphates calcaires à la ration. Dans certaines contrées d'Amérique où le maïs est la base des rations, on a dû ajouter des cendres de charbon aux provendes, pour se mettre à l'abri des affections rachitiques qui affectent trop souvent l'espèce.

IX

Rations de production.

Travail.

A l'exception des chevaux adultes qui demeurent en stabulation pendant la morte saison, la ration d'équilibre de nutrition n'existe que théoriquement ; dans toutes les circonstances, les animaux sont des machines à transformation qui doivent créer chaque jour un nouveau capital. Les bovins qui travaillent ne doivent pas seulement être alimentés en vue de la force à développer ; si l'exploitation est bien conduite, ils doivent en même temps augmenter de poids, afin qu'ils soient plus tôt prêts pour la boucherie, etc.

Il n'en est pas moins nécessaire cependant de connaître la ration d'équilibre de nutrition ou de consommation d'un animal, car c'est elle qui est le point de départ du calcul des rations économiques de production. Pendant le travail, comme pendant le repos, l'excrétion azotée est constante. Le rôle vrai des principes albuminoïdes consiste à reconstituer la matière vivante, qui est dans un état de désintégration per-

Digitized by Google

manente. La faible élévation de l'excrétion azotée qui se produit parfois pendant le travail n'est due qu'à une suractivité de la fonction de l'organe ; en partant du coefficient maximum que nous avons indiqué, on se trouve généralement dans de bonnes conditions, à quelques exceptions près, inhérentes à l'état individuel du sujet.

Pour un cheval de selle, le travail effectué est égal à l'effort d'impulsion multiplié par le chemin parcouru exprimé en mètres :

$$T = e \times R.$$

T = travail, *e* effort, R espace parcouru.

Pour les animaux de trait, l'effort d'impulsion se confond avec le coefficient de tirage ou le poids nécessaire pour traîner la charge.

Nous admettons avec Sanson que pour se déplacer un animal déploie un effort de 0,05 de son poids à l'allure du pas et de 0,10 à l'allure du trot ou du galop. Un cheval de 550 kilogrammes, allant au pas, déploie un effort de $550 \times 0,50 = 27$ kilogr. 500, et au trot ce même animal déploiera un effort de 55 kilogr. Si on a la longueur du chemin parcouru ou à parcourir, il sera facile de calculer le travail effectué ou à effectuer. Si notre cheval doit faire un trajet de 30 kilomètres, son travail de locomotion sera de :

$$27,500 \times 30,000 = 825,000 \text{ kilogrammètres}$$

dans le premier cas et de :

$$55 \times 30,000 = 1,650,000 \text{ kilogrammètres}$$

dans le second.

De la formule $\frac{T}{C} = 425$ (page 63) nous pouvons tirer

Digitized by Google

le nombre de calories nécessaires pour effectuer le travail :

$$\frac{825000}{C} = 425, \text{ d'où } C = \frac{825000}{425} = 1941 \text{ calories } 127.$$

C'est-à-dire que, pour effectuer ce parcours sans rien emprunter aux réserves emmagasinées dans son organisme, l'animal devra trouver, en plus de sa ration d'équilibre de nutrition ou de dépense individuelle, l'équivalent de 1941 calories ; soit, d'après la doctrine allemande, 473,445 unités nutritives ou 94 gr. 689 de matière azotée et 378,756 de matières hydro-carbonées en admettant une relation nutritive de $\frac{1}{5}$.

D'après la théorie isoglycosique, la consommation d'azote restant la même pendant le travail, cette ration devrait contenir l'équivalent de $\frac{1941,127}{3,692} = 526$ grammes de glycose qui pourraient être fournis par 501 grammes de sucre par cxemple, puisque l'alimentation sucrée est aujourd'hui entrée dans la pratique. Telle est la dépense que ferait ce cheval, pour se déplacer à vide. Si l'animal porte un fardeau, le poids de la charge s'ajoutant à celui de l'animal et l'effort nécessaire étant toujours proportionnel au poids total à soulever, l'effort sera alors de $(550 + P) \times 0,05$ à l'allure du pas.

L'effort nécessaire pour déplacer un véhicule varie avec le mode de construction de ce véhicule, mais surtout avec l'état des routes. Le général Morin a démontré expérimentalement que « la résistance opposée au roulement des voitures de tout genre par les différents sols est proportionnelle à la pression et inversement proportionnelle au rayon des roues ». L'effort de tirage nécessaire au poids total d'un véhicule chargé se trouve indiqué dans le tableau suivant :

Digitized by Google

NATURE DU CHEMIN DE ROULEMENT	RAPPORT de l'effort au poids	
Terrain naturel	0.200	1/5
Terrain ferme et uni	0.040	1/25
Chaussée en sable et cailloux récemment placés	0.125	1/8
Chaussée parfaitement entretenue	0.033	1/30
Chaussée pavée — au pas	0.030	1/33
Chaussée pavée — au grand trot	0.070	1/14

Ainsi sur un chemin parfaitement entretenu il faudra, pour tirer un fardeau de 1,500 kilogr., un effort de 50 kilogr., tandis que sur un terrain naturel il faudrait un effort de 300 kilogr.; sur une chaussée pavée, le travail étant fait au pas, il suffirait d'un effort de 45 kilogr.

Nous extrayons du *Manuel de l'ingénieur* le tableau suivant donnant le travail moyen des attelages :

NOMBRE DE CHEVAUX de l'attelage.	TRAVAIL PROPORTIONNEL		CHARGE TRAINÉE.	TIRAGE par CHEVAL.
	PAR CHEVAL.	PAR ATTELAGE.	kilog.	kilog.
1	1	1	1.700	57
2	0.998	1.996	3.393	56
3	0.910	2.73	4.641	52
4	0.815	3.54	6.018	50
5	0.553	3.76	6.400	43

Digitized by Google

La résistance au roulement sur bonne chaussée empierrée est de 30 kilogr. par tonne et de 20 kilogr. sur bonne chaussée pavée. Ces chiffres s'appliquent à une chaussée horizontale ; il faut ajouter ou retrancher 1 kilogr. par millimètre de pente ou de rampe.

La force nécessaire pour déplacer à 20 kilomètres un véhicule pesant 1,700 kilogr. chargé avec un coefficient de tirage de 0,030 (au pas, chaussée pavée) sera de $1,700 \times 0,030 \times 20,000 = 1,020,000$ kilogrammètres. Si, au lieu de prendre le coefficient de tirage, nous prenons l'effort nécessaire (tableau 2), nous aurons $57 \times 20,000 = 114,000$ kilogrammètres. Connaissant le nombre de kilogrammètres, on en déduit les calories et le glycose comme nous l'avons déjà indiqué.

La traction exigée par nos différents instruments agricoles ne peut être exactement connue que par les essais au dynamomètre. Nous admettrons pour les besoins de la pratique que, d'une manière générale, l'araire exige une traction de 33 à 36 kilogrammes par décimètre carré de terre remuée ; les charrues à support 34 à 42 ; les brabants doubles 36 à 55 ; les bisocs 28 à 32 ; pour les labours de défrichement il faut un effort de 63 kilogrammes ; pour les labours profonds 56 kilogrammes et pour les fouilleuses 72 kilogrammes. Selon la nature du sol, chaque dent de herse exige par kilogramme de pression une traction variant de 1 kilog. 300 à 2 kilog. 400.

Le tirage des faucheuses varie entre 75 et 135 kilogrammètres, selon la longueur de coupe et par mètre carré ; celui des moissonneuses entre 73 et 113 pour des machines pesant 440 à 718 kilogrammes et prenant $1^{m}50$ à $1^{m}56$ de longueur de coupe. La longueur de coupe des moissonneuses lieuses étant de $1^{m}50$ environ, la traction par mètre de longueur de coupe est de 130 à 150 kilogrammes.

Digitized by Google

Les animaux travaillant au manège pendant 8 heures par jour développent une force moyenne de :

Un cheval : 40 kilogrammètres 5 par seconde à la vitesse de 0^m90 ;

Un bœuf : 36 kilogrammètres 5 par seconde à la vitesse de 0^m90 ;

Un mulet : 27 kilogrammètres 5 par seconde à la vitesse de 0^m90 ;

Un âne : 11 kilogrammètres 5 par seconde à la vitesse de 0^m80.

Comme pour les machines industrielles, les rendements de la machine animale sont proportionnels à l'énergie dépensée. On peut fixer en moyenne à 22 ou 25 % le rendement obtenu avec nos animaux domestiques ; cependant, il peut tomber à 15 et 16 % sous l'influence d'un attelage défectueux et même des aptitudes du sujet. Wolf a évalué à 50 % le rendement du cheval, sans tenir compte de la cellulose brute digérée à laquelle il n'attribue aucune valeur.

Pour fixer les idées, prenons le cheval 30845 qui, en juillet 1884, eut un poids moyen de 365 kilogr. 9, c'est-à-dire un poids égal à celui qu'il conserva en août lorsqu'il fut mis à la ration d'entretien. La ration de travail, en ne tenant compte que des principes digérés, équivalait à 6339,925 de glycose et à 24884,336 calories. Si nous retranchons de la ration de travail la ration d'entretien n° 2 de notre série, il reste disponibles 13465 calories 690 et 3411,936 de glycose qui équivalent à 12596 calories 8677. Ce cheval devait effectuer un travail de 1,111,596 kilogrammètres ; mais on s'aperçut qu'il diminuait sensiblement de poids, soit que la ration fût insuffisante, soit que le travail demandé ne fût pas en rapport avec ses aptitudes ;

Digitized by Google

alors on diminua le parcours; le 12 juillet il commença à consommer entièrement sa ration; du 26 au 31 juillet il effectua, tout en conservant son poids, un travail de 947,190 kilogrammètres qui nécessitait par conséquent la dépense de 2228 calories 68. A cette somme il nous faut ajouter la dépense d'impulsion qui, d'après ce que nous avons dit, le cheval travaillant au trot, est de 1,581,675 kilogrammètres 93 ou 3721 calories 825. La dépense totale pour effectuer le travail demandé fut donc de 5950 calories 505. Le rendement aurait donc été de 44 °/o par rapport à la valeur calorifique de la ration et de 49 °/o par rapport à la teneur en glycose. Nous estimons que, dans cette circonstance, le cheval a produit un maximum de travail; tandis que, si on avait persisté en juin à le soumettre à l'épreuve, le rendement serait tombé à zéro. Non seulement il faut tenir compte de la valeur de la ration, mais aussi de la force de résistance du moteur animé.

Le bœuf a une allure plus lente et une force de traction moins grande que le cheval, mais il a sur ce dernier l'avantage de produire un effort plus constant et plus longtemps soutenu. Il ne donne pas d'à-coups ; il convient donc aux travaux des champs qui doivent se faire sans secousses.

Calcul d'une ration de force. — Soit à faire un labour de $0^{m}20$ de profondeur sur $0^{m}30$ de large avec une charrue à support qui, dans le terrain donné, demande un effort de traction de 35 kilogr. par décimètre carré de terre remuée, les sillons ayant 100 mètres de longueur ; l'attelage étant composé d'une paire de vaches.

En admettant que l'effort de traction se répartisse dans les proportions du tableau 2, c'est-à-dire que chaque animal exerce un effort représentant les 0,998

Digitized by Google

du travail nécessaire, soit 34 kilogr. 93, le travail pour chaque sillon sera de :

$$0,20 \times 0,30 \times 34,93 = 20,958 \text{ kilogrammètres,}$$

plus le transport de l'animal que nous supposerons peser 620 kil. et qui dès lors représente 3,100 kilogrammètres, ce qui fait un total de 24,058 kilogrammètres. Si on fait 20 sillons dans la journée, le travail total sera de 481,160 kilogrammètres, auxquels il faut encore ajouter l'impulsion nécessaire pour tourner 40 fois ; le temps pour tourner étant de 30 secondes à une allure de 0^m70 par seconde, cela fait :

$$620 \times 0,05 \times 30 \times 0,70 \times 40 = 26,040 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail total effectué par chaque animal est donc de 511,200 kilogrammètres correspondant à :

$$\frac{511,200}{425} = 1202,82 \text{ calories, en chiffres ronds } 1,203.$$

Ce qui représente une consommation en glycose de $\frac{1203}{3,692} = 325,8$. Si nous avons des mélasses à 35 °/₀ de sucre et 9 d'amides, 100 grammes nous donneront 53,37 de glycose ; il faudra donc ajouter à la ration de repos ou d'équilibre de nutrition 610 grammes de cette mélasse, qui, au prix de 7 francs les 100 kilogrammes, vaudront 0 fr. 427. Nous n'avons là que la part attribuée au travail réel, et comme le rendement n'est guère que de 25 °/₀, nous devrons ajouter à la ration 1,177 gr. 4 de glycose que nous trouverons dans 2,767 grammes de foin ayant une composition de MA 3,4, m. g. 0,7 et MNA 36,9.

Si nous nous reportons au coefficient oxygéné des bêtes bovines, nous voyons que la ration d'équilibre de nutrition équivaut à $5,28 \times 620 \times 4,8 = 15713,28$ calories ou $\frac{15713,28}{3,692} = 10$ kilogr. du foin ci-dessus. De sorte que

Digitized by Google

la ration totale devra être composée de 12 kilogr. 767 de foin plus 610 gr. de mélasse. Mais cette mélasse nous permettra de faire consommer des denrées de qualité inférieure qui seraient demeurées sans emploi, ce qui permettra de diminuer la ration du foin proportionnellement à la richesse de ces dernières, et qui diminuera le prix de la ration.

Pour faciliter les calculs, nous avons pris des chiffres ronds sans nous préoccuper de ce qui se passe dans la pratique, au point de vue du travail journalier à effectuer. Pour que notre ration fût complète, nous aurions dû tenir compte du trajet parcouru de la ferme au chantier et réciproquement.

En résumé, la ration de force se déduit de la somme de travail exprimée en kilogrammètres ; on ne doit tenir compte que de la quantité de principes digestibles de chaque fourrage. Les résultats ne sauraient être mathématiquement exacts, car le degré de digestibilité des fourrages varie d'après les conditions que nous avons déjà fait connaître ; de plus il faut tenir compte des aptitudes individuelles du sujet. Si, au lieu d'employer du foin dans la ration de travail, on employait d'autres fourrages en mélange, il faudrait faire en sorte que la quantité de matière azotée entre dans la ration pour une quantité au moins égale à celle contenue dans un foin de bonne qualité.

Considérations générales. — Si on veut que l'élevage soit rémunérateur, il faut que l'alimentation soit saine et substantielle depuis le premier âge ; si le lait de la mère n'est pas assez riche ou s'il est insuffisant, on doit donner des aliments concentrés selon les règles déjà posées. Ce ne sera qu'avec une alimentation copieuse, mais non trop volumineuse, qu'on obtiendra la

Digitized by Google

précocité. On dit qu'un fort rationnement est onéreux, cela n'est vrai que pour les animaux qui ont souffert au début de leur existence. Souvent aussi il y a du gaspillage ; on place devant les animaux une telle quantité de fourrage qu'ils ne peuvent pas le consommer, les restes sont conservés pour le repas suivant ; dans ce cas, il y a sûrement perte, car un animal ne peut savourer un fourrage sur lequel il a bavé, qui a été sali et qui souvent a fermenté. Le meilleur système pour bien nourrir, c'est de donner souvent, en petite quantité, et de ne jamais dépasser ce que les animaux peuvent consommer. S'il y a des restes, on doit les enlever avant de servir un nouveau repas.

Malgré tous les efforts qu'on fait pour diminuer la quantité de foin dans la ration des chevaux, nous pensons qu'il est nécessaire comme aliment de lest pour les chevaux de toutes races, quel que soit le service auquel on le destine. Nous avons déjà fait observer que la qualité du foin était très variable ; il s'ensuit que sa valeur alimentaire n'est pas constante, on ne tient pas un compte suffisant de cette considération ; lorsqu'on fixe le quantum de foin par ration journalière, on n'a aucune donnée sur la quantité réelle de principes alimentaires qu'on fait consommer. On comprendra facilement que 5 kilogr. de foin titrant 7 °/o d'albuminoïdes, 1 1/2 °/o de corps gras et 38 °/o d'hydrates de carbone ne contiennent pas autant de principes alimentaires que 5 kilogr. de foin titrant 12 °/o de MA, 2 1/2 de matières grasses et 40 de matières hydro-carbonées. De plus, un foin de bonne qualité contient une plus forte proportion de principes azotés (amides) non albuminoïdes qui agissent comme les hydrates de carbone, c'est probable, mais qui par conséquent cèdent leur potentiel à l'organisme ; enfin,

Digitized by Google

ce dernier aura toujours un coefficient de digestibilité plus élevé qu'un foin de qualité inférieure. Pour les chevaux légers, qui sont appelés à faire un travail aux allures rapides et qui doivent être tenus en bon état, le foin des prairies hautes vaut mieux que celui des prairies basses ou humides, toutes choses égales d'ailleurs. On doit aussi surveiller avec plus d'attention la quantité de foin consommée par les chevaux légers que celle consommée par les chevaux de gros trait faisant un travail au pas. Les foins moisis, altérés ne seront jamais distribués aux chevaux appelés à faire un travail de vitesse, parce qu'ils sont de nature à affecter plus rapidement le rhytme des organes respiratoires que chez les chevaux lourds ; encore pour ces derniers devra-t-on faire subir une certaine préparation au foin qui ne serait pas de bonne qualité.

Toute valeur nutritive mise de côté, il faut que la ration ait un certain volume, afin d'assurer le bon fonctionnement des organes digestifs ; ce volume peut être obtenu soit avec le foin seul, soit avec un mélange de foin et de paille ; on n'obtiendra jamais le même résultat avec l'avoine ou tout autre grain.

La qualité du foin de trèfle et des autres légumineuses est généralement moins variable que celle du foin naturel, au moins lorsqu'il a été bien récolté, quoique cependant il se produise des écarts dans le coefficient de digestibilité. La raison de cette quasi-constance vient de ce que la composition botanique en est plus simple. Les foins des prairies artificielles sont composés de deux ou trois espèces au plus, tandis que le foin ordinaire en contient un plus grand nombre, ce qui donne de la variété à la saveur et lui fait avoir la préférence ; mais cette complexité affecte le pourcentage des principes immédiats. Le foin de trèfle ne convient pas aux chevaux légers,

Digitized by Google

surtout s'il entre en quantité un peu élevée dans la ration, il peut provoquer la pousse ; le foin luzerné au contraire, contenant quelques légumineuses, telles que le trèfle rampant, est de beaucoup préférable. Le sainfoin bien récolté à point est un des premiers fourrages pour les chevaux ; ses qualités et sa valeur alimentaire dépendent de la manière dont il a été préparé. Le fanage doit être conduit avec modération, afin d'éviter la perte des feuilles qui constituent la partie la plus alimentaire. La luzerne convient aussi aux chevaux ; contrairement à ce qu'on pense généralement, elle est meilleure lorsqu'elle a été prématurée, elle est alors plus digestible. La paille ne possède qu'une faible valeur alimentaire et convient mieux pour les ruminants ; la meilleure, la plus fourragère, c'est la paille d'avoine. La paille des légumineuses, pois, vesces, etc., est la plus riche en matières alimentaires et a un degré de digestibilité plus élevé que celle des céréales. D'une manière générale, la paille ne convient qu'aux animaux qui ne travaillent pas, à moins que ce ne soit un supplément à faire passer au râtelier pour les occuper ; elle est inutile pour ceux qui ont des efforts à faire, car elle ne sert qu'à augmenter le volume de la ration : hachée et mélangée avec les grains, elle assure une meilleure mastication.

Les fourrages verts, tels que seigle, vesces, trèfle incarnat, trèfle rouge, luzerne, sainfoin, sont des fourrages de premier ordre au printemps et pendant l'été. Ils ne doivent cependant jamais constituer la base de la ration des chevaux légers qui font un travail de vitesse, à moins qu'ils servent à établir un régime hygiénique de courte durée pour les animaux fatigués ou atteints de maladies du pied. La nourriture verte exerce une action laxative, elle rafraîchit le sang. La transition du sec au vert ne doit jamais être brusque ;

Digitized by Google

il faut, par des mélanges avec du foin et de la paille, arriver graduellement au régime exclusif du vert. On continuera une demi-ration d'avoine, surtout pour les jeunes chevaux. La luzerne et le sainfoin sont le meilleur de tous les fourrages surtout lorsqu'ils sont un peu prématurés, car une plante en voie de développement contient une plus grande proportion d'albuminoïdes, moins de cellulose, et est plus digestible que lorsqu'elle est près de sa maturité.

Les jeunes et les vieux chevaux peuvent consommer avantageusement des betteraves ; il faut cependant ne leur en donner qu'à partir de la Noël, afin d'éviter les troubles digestifs qui surviennent souvent lorsque ces racines sont consommées immédiatement après la récolte, à moins de ne les donner qu'en petite quantité. Les carottes doivent avoir la préférence chaque fois qu'on peut s'en procurer économiquement ; leur action bienfaisante sur les fonctions de la peau et sur tout le système muqueux en fait un aliment hygiénique de premier ordre. Enfin, à défaut d'autres racines, les pommes de terre rendent aussi des services, surtout pour les élèves auxquels il faudra éviter de donner des topinambours, tandis que les adultes les supportent sans inconvénients à doses modérées.

Le tourteau de lin employé en petite quantité favorise le développement des muscles en même temps qu'il met les chevaux en état d'embonpoint, il donne aussi du brillant au poil, entretient la liberté des intestins ; on doit surtout l'employer pour achever la préparation des chevaux de concours. La ration d'abord faible sera augmentée graduellement et pourra être portée, selon l'âge et la taille, jusqu'à 1 kilogr. par jour. On évitera d'en donner aux chevaux qui travaillent aux allures vives. La farine de lin est aussi très goûtée des chevaux, on peut en donner une

Digitized by Google

poignée mélangée au grain, surtout lorsqu'on fait consommer des foins altérés ; lorsqu'on en distribue deux ou trois poignées par jour, la robe devient brillante, surtout si on fait un bon pansage. La farine de lin, riche en huile, rancit vite ; aussi doit-on la surveiller et la conserver dans un endroit très sec. Pour les chevaux fatigués les matches de lin sont préférables aux matches de son.

L'orge maltée, peu employée, convient aux gros chevaux de trait, elle constitue un aliment concentré d'une valeur égale à celle de l'avoine ; mais la composition en est très variable. L'orge germée peut aussi être utilisée pour les chevaux lourds à la dose de 3 kilogr. par jour, mélangée soit à l'avoine, au maïs ou à la paille hachée ; elle peut remplacer l'avoine poids pour poids, quoique sa teneur en albuminoïdes soit un peu plus élevée ; mélangée avec le maïs, elle sert à composer des rations économiques. L'orge n'est pas très employée sur le continent, on peut cependant la donner trempée pour éviter les troubles digestifs et la fourbure. Il est de tradition que le cheval arabe est le produit de l'orge et qu'aucun autre grain ne saurait la remplacer. Il est probable et même certain que l'alimentation du cheval algérien avec l'orge a beaucoup contribué à faire les délices des chasseurs en favorisant la multiplication des perdrix qui viennent par compagnies sur les routes picorer les crottins où ils trouvent une abondante nourriture. Mais dire que l'orge a fait le cheval barbe ce qu'il est, c'est commettre sciemment une erreur, c'est ne pas vouloir observer et, nous basant sur l'expérience, nous n'hésitons pas pour dire que l'orge est un mauvais aliment lorsqu'elle est employée exclusivement comme aliment de force. On trouvera cette affirmation un peu hardie ; l'observation, meilleure conseillère que toutes les tra-

Digitized by Google

ditions et tous les préjugés, ne tardera pas à nous donner raison. Le jour n'est pas éloigné où tous nos chevaux de l'armée d'Afrique seront mis à l'avoine comme leurs frères d'armes de la métropole. Voici l'impression qu'a emportée de son séjour en Algérie notre confrère et ami, M. Champetier, vétérinaire principal, ancien directeur du 10e ressort :

« Depuis la conquête jusqu'à ces derniers temps, l'orge a constitué la base de la ration de production des animaux d'Algérie parce que la colonie ne produisait pas d'avoine. Depuis quelques années la culture de l'avoine a pris une extension considérable, notamment dans la province d'Oran. Les deux autres provinces et la Tunisie ont suivi cet exemple et, non seulement l'Algérie et la Tunisie récoltent assez d'avoine pour les besoins locaux, mais elles en exportent en France environ un million de quintaux métriques.

» Les colons producteurs d'avoine, encore que cette denrée soit d'un prix notablement plus élevé que celui de l'orge, et que l'avoine du nord de l'Afrique soit inférieure comme qualité aux avoines françaises, quoique généralement de bonne qualité, lui ont donné la préférence sur l'orge pour l'alimentation de leurs animaux de travail : chevaux et mulets. Dans la province de Constantine, les colons se livrant à l'engraissement du bétail ont plutôt recours à elle qu'à l'orge pour la concentration de la ration. Ils ont remarqué, en effet, qu'à poids égal l'avoine nourrit mieux et fournit plus de viande et de graisse que l'orge ; que l'orge ne se prête pas à la suralimentation ou expose les animaux, si la ration est trop élevée, à des accidents digestifs ou congestifs et que, lorsqu'il s'agit du travail, il est difficile d'atteindre avec l'orge un

Digitized by Google

taux nutritif équivalent du travail demandé. Enfin, cette observation a son importance : ils ont constaté qu'on nourrissait mieux et à moins de frais les animaux de service avec l'avoine, cette denrée, par suite de sa facilité d'assimilation, paraissant plus nutritive que l'orge dans la proportion d'un quart. Ces remarques ont été constantes dans les réponses à l'enquête que nous avons entreprise à ce sujet.

» Les inconvénients de l'alimentation avec l'orge sont surtout évidents lorsqu'il s'agit des chevaux, le mulet et l'âne ayant une puissance digestive plus élevée. Les chevaux français employés dans le service de l'artillerie en Algérie et en Tunisie n'ont pas résisté au climat, nourris avec l'orge ; ils perdaient leur énergie, maigrissaient et périssaient de congestions intestinales ou d'indigestion. En 1901, pour eux on renonça à l'orge. Depuis l'usage de l'avoine, leur état d'entretien est aussi bon qu'en France et ils font preuve d'énergie au travail.

» Pour les chevaux barbes, on a conservé l'orge, c'est une tradition plutôt qu'une pratique basée sur des faits expérimentaux et des données scientifiques, elle résulte du préjugé que, le barbe étant le produit de l'orge, ce grain constitue sa nourriture légitime. L'avoine serait, dit-on, trop échauffante pour lui. L'expérience des colons et celle qui résulte du mode d'alimentation des chevaux de l'artillerie démontrent le contraire ; mais il est difficile d'aller contre des idées admises et dogmatiques, qu'on ne veut toujours pas se donner la peine de discuter. Cependant combien, au point de vue de l'observation fruste, les faits sont évidents ! C'est surtout au commencement du printemps et dans le courant de l'été que se manifestent les inconvénients de l'orge. Tantôt ce sont des chevaux alanguis qui boudent sur la ration, tantôt des diarrhées

Digitized by Google

attribuées à l'effet rafraîchissant de l'orge et qui ne sont que des symptômes d'entérite, des grains entiers rejetés avec les crottins, des déchets nutritifs s'élevant parfois au tiers du poids de la ration, fermentant dans les litières ou dans l'intestin et donnant une odeur repoussante aux excreta et aux fumiers.

» Au point de vue physiologique, les défauts de l'alimentation à l'orge s'accusent par la dépression des forces, l'indolence des chevaux et une débilité générale qui les rend aptes à contracter toutes les infections, notamment celle qui est la conséquence des pasteurella.

» Donc, considérée comme ration exclusive de grain, pour le cheval, l'orge est un aliment de médiocre qualité qu'on ne doit ranger que bien loin après l'avoine et n'utiliser qu'à défaut de celle-ci. Les expériences de Brown sont du reste concluantes à cet égard ; les composants alimentaires de l'orge sont difficilement attaqués par les sucs digestifs, parce qu'ils manquent de cytase propre, c'est-à-dire de la diastase préparant leur dissolution dans les voies digestives, tandis que l'avoine en est abondamment pourvue. »

Nous nous dispenserons de tout commentaire, ne voulant pas diminuer l'autorité qui s'attache à l'appréciation d'un des vétérinaires les plus appréciés à juste titre par ses observations et ses travaux.

A cause du vil prix auquel était tombé le blé, on avait conseillé de le faire consommer aux animaux. Cet aliment n'est pas très recommandable, on ne doit le donner qu'en très petite quantité et seulement aux animaux faisant un travail au pas ; il est dangereux pour les solipèdes, sa digestibilité réelle n'est pas celle indiquée par les tables d'un usage courant ; il provoque souvent des coliques d'indigestion compli-

Digitized by Google

quées d'inflammation de l'intestin, de vertige abdominal et aussi de fourbure. Cru, entier ou concassé, il est généralement mal mastiqué ; il empâte la bouche et l'estomac. Les animaux qui doivent faire un travail aux allures rapides perdent de leur énergie, ce que nous attribuons à une digestion laborieuse, pénible. Lorsqu'on ramollit le grain par le trempage ou l'ébouillantage, la sueur devient plus abondante et se produit facilement. Donné en farine, il est mieux digéré, surtout lorsqu'on le fait consommer en mélange avec des fourrages hachés. C'est généralement pour les vaches laitières que la farine de froment peut être avantageusement employée. Non seulement la quantité de lait est augmentée, mais aussi la qualité, selon les aptitudes individuelles du sujet. Pour les animaux de travail, pour les solipèdes en particulier, nous mettons en doute les avantages qu'on a dit y avoir à substituer le blé à l'avoine ; même pour les animaux travaillant aux allures lentes, le doute est encore permis. Supposons un animal auquel on donne 5 kilogrammes d'avoine pour fournir à son travail journalier ; cette ration contiendra :

		Puissance glycogène	Puissance thermogène
Matières azotées.....	400	320	1944
Matières grasses.....	201,5	324,415	1898,73
Matières hydro-carbonées...	2125,50	2337,50	8746,50
Cellulose digestible..	110	129,80	456,06
		3111,715	13045,29

Pour remplacer 5 kilogrammes d'avoine, comme unités nutritives il faudrait 3 kilogr. 755 de blé, qui donneraient en décomposant comme pour l'avoine :

Digitized by Google

		Puissance glycogène	Puissance thermogène
Matières azotées.....	449,335	359,48	2183,768
Matières grasses.....	38,301	61,764	360,91
Matières hydro-carbonées.....	2358,140	2593,954	9706,10
Cellulose digestible..	56,325	66,463	233
		3081	12483,778

Il y a donc en faveur de l'avoine une différence en plus, d'une part de 30 gr. 056 de glycose, correspondant à 110 calories 959, et d'autre part 561 calories 512. Pour remplacer 5 kilogr. d'avoine, il faudrait 3 k. 923 de froment, afin d'avoir une ration équivalente comme puissance dynamique. Les unités nutritives ne peuvent donc pas servir pour calculer les substitutions, et nous estimons avec raison que cette quantité de blé serait dangereuse pour la santé des solipèdes. Au point de vue de l'hygiène, une telle ration ne saurait convenir qu'aux ruminants de travail et encore. Ce n'est donc qu'en faibles proportions que le froment pourrait être utilisé dans la ration de travail, et il n'y aurait réellement économie qu'en faisant consommer du grain qui, par sa qualité inférieure, ne pourrait pas être mis sur le marché. Nous verrons ce qu'il vaut pour l'engraissement.

La manière de distribuer les rations aux chevaux dépend de la catégorie à laquelle ils appartiennent et du travail qu'ils ont à faire. Les chevaux faisant un travail de vitesse seront traités autrement que ceux qui font un travail au pas. On peut poser en principe que plus le travail à effectuer est dur, plus la ration doit être concentrée. La raison pour laquelle nous ne devons pas donner de rations trop volumineuses aux chevaux légers vient de ce que l'intestin prendrait

Digitized by Google

trop de développement et gênerait le fonctionnement des organes respiratoires ; pour eux, la ration de paille et de foin doit être réduite au strict nécessaire pour constituer le lest, pour tenir les intestins dans de bonnes conditions physiologiques et assurer l'accomplissement entier de leurs fonctions. Pour les gros chevaux, on peut distribuer une plus grande quantité d'aliments grossiers, leur estomac ayant plus de volume ; on peut très bien nourrir les chevaux employés aux travaux de la ferme avec des fourrages verts, sans crainte de gêner l'appareil respiratoire, ce n'est pas possible pour les chevaux travaillant aux allures vives.

Pour les chevaux de selle, les fourrages seront de très bonne qualité, la ration d'avoine sera réglée d'après l'appétit de l'animal et oscillera entre 4 à 5 kilogr. par jour, à moins qu'on ne remplace une partie du grain par une quantité équivalente en puissance glycosique de mélasse ou de principes sucrés. Lorsque la chose sera possible, on devra mélanger la ration de grain avec du foin, ou mieux de la paille hachée, afin d'assurer une meilleure mastication. Les fèves conviennent aux chevaux et en général à tous les animaux en voie de croissance et à ceux qui font un travail lent. Il est préférable de distribuer la ration en quatre fois aux animaux de trait, le grain étant généralement donné en trois fois. Dans tous les cas, le premier repas du matin sera distribué le plus tôt possible et celui du soir le plus tard possible, afin qu'il y ait moins d'intervalle entre ces deux repas.

Quoique la régularité des heures de repas soit à observer, il ne sera pas toujours judicieux de s'y conformer strictement ; il faudra tenir compte des considérations suivantes :

Un cheval qui devra faire un travail à une allure

Digitized by Google

vive ne devra pas manger juste au moment de sortir de l'écurie ; le laps de temps qui devra s'écouler sera en raison du volume de la ration consommée, il sera aussi plus long pour un cheval qui devra galoper et plus court s'il doit aller au pas. Lors même que ce soit l'heure du repas, on ne devra pas distribuer la ration à un animal rentrant fatigué, en sueur ; avant de le faire manger, il faudra le laisser *refroidir*. La plus grande partie de la ration journalière de foin sera réservée pour la nuit ; le reste sera distribué après chaque ration d'avoine, surtout si l'animal doit rester à l'écurie; il trouvera ainsi de quoi s'occuper ; souvent cette précaution empêchera l'animal de tiquer, de ronger la mangeoire.

D'une manière générale, les chevaux sont très délicats, surtout les chevaux de sang ; la mangeoire devra donc être tenue dans un grand état de propreté ; on ne distribuera que ce que le cheval pourra manger, afin d'éviter les indigestions plus ou moins graves ; pour les petits mangeurs, on multipliera les repas, car les chevaux n'aiment pas à manger une nourriture sur laquelle ils ont boudé, ils la refusent le plus souvent lorsqu'elle a été plus ou moins salie. Si un cheval ne mange pas, il est préférable d'attendre qu'il ait faim que de lui laisser la ration dans la mangeoire.

Un cheval devra toujours boire à sa soif, ce n'est que dans les cas de maladie qu'il est quelquefois nécessaire de mesurer l'eau. On devra faire boire avant de manger et non après, car, si le cheval prend une grande quantité d'eau après le repas, le contenu de l'estomac est en partie entraîné dans les intestins avant d'avoir été suffisamment digéré. Si le cheval a bu à satiété avant le repas, il n'y a pas d'inconvénient à le laisser approcher du seau après ; alors il ne prendra que quelques gorgées d'eau. En hiver on sur-

Digitized by Google

veillera la température des boissons, afin d'éviter les coliques qu'occasionne quelquefois l'ingestion d'eau trop froide. Il est aussi de bonne pratique de laisser l'eau à la disposition des animaux, alors ils la prennent par gorgées, en mangeant ; mais il faut avoir le soin de la renouveler deux fois par jour.

Le son constitue-t-il un bon aliment pour les animaux de travail ? — Le son n'est pas un aliment économique pour les chevaux, il est laxatif ; il est vrai qu'il contient moins d'eau, plus de matières albuminoïdes, un peu moins de matières hydro-carbonées et plus de matières minérales que les grains ; mais il est moins digestible et par conséquent cède moins de substances à l'organisme. Armitage, auteur anglais qui a fait des travaux appréciés sur l'alimentation, lui attribue la valeur de la paille, malgré sa composition chimique ; c'est un peu exagéré. Le cheval nourri avec du son est mou et sue facilement ; les matières siliceuses que contient ce résidu de minoterie expliquent son peu de digestibilité ; il suffit d'en donner environ 500 grammes par jour, et il est préférable de le distribuer sous forme de matches. Donné avec modération, il peut être utile aux animaux en voie de croissance à cause des sels minéraux qu'il contient.

Les matches sont des mélanges précieux pour les animaux qui restent à l'écurie ou qui sont soumis exclusivement au régime sec ; les animaux les prennent avec plaisir ; s'ils les refusent au début, on peut les exciter à manger en mettant une poignée d'avoine par-dessus. On les donne une fois par semaine aux animaux de travail, généralement le samedi soir, on supprime alors l'avoine ; elles contribuent à mettre à l'abri de la maladie du lundi, sorte de paralysie qui affecte les animaux fortement nourris après une

Digitized by Google

journée de repos (hémoglobinurie); dans quelques cas, on en donne plus souvent selon l'état des crottins. Pour préparer les matches, on verse sur le son une quantité suffisante d'eau bouillante pour le mouiller complètement, on recouvre et on laisse macérer un moment ; on ajoute ensuite la quantité d'eau froide nécessaire pour donner la consistance voulue ; on sert chaud ou froid. Les matches chaudes conviennent mieux aux animaux fatigués qui rentrent d'un fort travail. La farine de graine de lin est préférable au son ; comme elle est d'un prix plus élevé, on ne l'emploie que rarement. Lorsque la graine de lin entre dans la composition des matches de son, on la fait bouillir pendant deux ou trois heures, puis on ajoute un poids égal de son qu'on ébouillante et on laisse macérer. Nous avons déjà indiqué que la farine de lin pouvait être mélangée à l'avoine et que ce mélange convenait pour la préparation des chevaux de concours. La farine de lin convient aussi aux jeunes chevaux rentrant du pâturage, afin d'établir une transition entre le régime du vert et le régime sec qui suivra.

On a quelquefois conseillé de faire tremper les grains afin de les rendre plus facilement attaquables par la salive et les sucs digestifs ; cette pratique ne doit pas être suivie pour les chevaux qui font un travail pénible, ils suent alors trop facilement et le ventre prend trop de développement. Cependant le blé, l'orge, le maïs trempés pendant douze heures sont d'une plus facile digestion et ne provoquent plus les accidents qui résultent de la consommation à l'état naturel. Quelques administrations du Havre font même bouillir le maïs qu'elles font consommer aux chevaux affectés au camionnage du port.

Mélasse. — Depuis la publication des travaux de

Digitized by Google

M. Chauveau sur l'énergitique musculaire, il y a un véritable engouement pour l'emploi du sucre et de ses dérivés dans la composition des rations de travail. Une saine logique voudrait qu'on donnât la préférence aux corps gras, puisque 100 de graisse donnent 161 de glycose, tandis que 100 de sucre n'en donnent que 105. Les graisses, exerçant une action inhibitoire sur les sécrétions gastriques, ne peuvent pas être utilisées au-delà d'une certaine proportion que l'observation a fixée, par rapport aux matières albuminoïdes, à $\frac{1}{3}$ au maximum. Il y a plus de vingt ans que nous avons nous-même employé la mélasse pour l'alimentation de notre cheval de service. La mélasse était employée depuis longtemps dans certaines fermes du Nord et du Pas-de Calais pour alimenter les chevaux de travail, et Mannechez dit : « L'action de la mélasse sur le coupage est tellement reconnue qu'il suffit d'augmenter la quantité du sirop quand les chevaux ont des travaux pénibles à exécuter, pour les empêcher de maigrir. »

L'observation, l'empirisme, si on veut, avait déjà reconnu les avantages de l'emploi de la mélasse dans l'alimentation des animaux de travail et même d'engraissement. Ce n'est donc aujourd'hui qu'une reprise, qui repose sur des données scientifiques. Le sucre de canne n'est pas directement assimilable, malgré sa grande solubilité ; arrivé dans l'intestin grêle, il est interverti, transformé en glucose et lévulose ; c'est sous cette forme qu'il passe dans le torrent circulatoire et est utilisé par les animaux. Il a l'avantage de ne demander aucun travail mécanique, et les déperditions d'énergie que nécessite la mastication n'existent pas pour lui.

La composition de la mélasse n'est pas constante, sa teneur en sucre varie entre 45 et 47,5 °/₀ ; les matières

Digitized by Google

azotées qu'elle contient s'y trouvent surtout à l'état d'amides et par conséquent ne sont pas aptes à reconstituer la substance musculaire; malgré sa richesse en principes minéraux, potasse 50 °/₀, soude 10 °/₀, chaux 5 °/₀, elle manque d'acide phosphorique, 0,30 à 0,15 °/₀.

En 1898, à une réunion de l'Association pour l'avancement des sciences (Australie), M. Walton fit connaître les résultats d'une expérience faite avec la mélasse pour l'alimentation des chevaux de travail. La *Colonial refining company* avait environ une centaine de chevaux qui étaient nourris avec de l'avoine et du maïs et étaient souvent malades. Comme une grande quantité de mélasse restait sans emploi, on pensa qu'on pourrait l'utiliser avantageusement pour la nourriture des chevaux. Tout d'abord les animaux ne firent pas grand cas des aliments sucrés; peu à peu ils s'y habituèrent et en devinrent très friands. Les doses furent d'abord faibles par crainte d'effets purgatifs; bientôt on arriva à 30 livres par jour, pour redescendre plus tard à 15 livres ; malgré ces fortes doses, il n'y eut aucun accident; au lieu de produire un effet laxatif, la mélasse causa la constipation, on fut obligé d'ajouter du son. Après quelques tâtonnements, on adopta la ration suivante : 7 kilogr. de mélasse, 1 kilogr. 500 de son, 2 kilogr. de maïs et de la canne à sucre hachée à volonté. Ce régime fut suivi pendant près de deux années par environ 400 chevaux. Les animaux qui avaient perdu du poids au début de l'expérience regagnèrent bientôt et au-delà leur poids primitif, firent plus de travail, les maladies disparurent et, comme résultat financier, on réalisa une économie de 225 fr. par tête et par an. A la deuxième plantation de Fiji, les résultats ne furent pas aussi heureux ; la mélasse ayant fermenté provoqua quelques cas de purgation.

Digitized by Google

M. Walton n'en tire pas moins les conclusions suivantes : Pour les chevaux de travail, le sucre de canne ou la mélasse, étant entièrement digéré et transformé en travail, remplace avantageusement l'amidon des fourrages ; 15 livres de mélasse (6 kilogr. 795) peuvent être consommés journellement par un cheval pesant 1,270 livres (575 kilogr. 310) sans altérer la santé ; cette quantité de mélasse ne produit pas un engraissement excessif et n'a aucune action sur le rythme de la respiration ; la forte proportion de sels que contient la mélasse ne produit aucun effet nocif ; la relation nutritive $\frac{1}{11,8}$ suffit pour un fort travail continu lorsque la ration contient une quantité suffisante de matières digestibles.

Depuis lors, les mêmes résultats heureux ont été obtenus en France, à la ferme d'Arcy-en-Brie, et en Allemagne chez M. Guthuau, à Ruboeschnœ. En un mot, il y a avantage à introduire la mélasse dans l'alimentation de nos animaux domestiques. Déjà Beugnot (*Maison rustique du XIXe siècle*, édition 1844, page 381, tome II) l'avait recommandée ainsi que Payen, même ouvrage, tome III. Nous pensons cependant que, dans certaines circonstances, elle devra être employée avec circonspection. On peut la donner largement aux animaux adultes, surtout en hiver, mélangée avec des fourrages de qualité inférieure, des pommes de terre malades, etc.; elle rend savoureuses des denrées qui seraient restées sans emploi. On doit la donner avec discrétion aux élèves. On a attribué à la mélasse certaines affections du système osseux ; nous ne pensons pas qu'elle en soit une des causes occasionnelles, l'insuffisance d'acide phosphorique dans la ration devrait plutôt être mise en cause. Nous nous sommes quelquefois trouvé en présence de jeunes chevaux atteints de

Digitized by Google

boiteries à siège inconnu, dont la ration insuffisante en principes minéraux était à dominante de luzerne; ces boiteries déjà anciennes disparaissaient par l'addition à l'avoine ou au son de 20 à 25 grammes de phosphate d'os.

Le moyen le plus simple, le plus économique pour faire consommer la mélasse, c'est de la délayer dans de l'eau chaude et d'en arroser les fourrages secs ; on peut aussi, comme le faisait M. Crespel, tasser les fourrages secs, hachés, dans une cuve et verser dessus une quantité suffisante d'eau mélassée pour que toute la nourriture soit bien imprégnée de cette eau ; on laisse le mélange macérer pendant 5 à 6 heures, 8 heures au plus, et on laisse égouter. La ration ainsi préparée doit être consommée dans la journée, avant qu'elle ait fermenté. On peut aussi, la mélasse étant diluée dans de l'eau chaude, faire absorber cette eau par les farines, ou bien encore stratifier les fourrages grossiers, arroser chaque couche avec de l'eau mélassique, brasser le tout et laisser macérer pendant quelques heures en évitant la fermentation. Enfin, on trouve dans le commerce des fourrages mélassiques tout préparés.

Préparation des aliments pour les chevaux. — Nous dirons peu de chose sur ce point. Nous avons signalé les avantages qu'il y a à mélanger au grain de la paille et du foin haché : la paille hachée peut facilement se mélanger à la mélasse, elle acquiert ainsi des propriétés fourragères qu'elle n'a pas à l'état naturel.

On n'est pas d'accord pour savoir s'il y a réellement avantage à faire consommer l'avoine entière ou concassée. Sur cette question comme sur toutes autres, il ne faut pas avoir d'opinion absolue. Pour les chevaux légers qui vont le plus souvent aux allures vives, l'avoine entière leur convient mieux ; les animaux qui

Digitized by Google

consomment de l'avoine concassée suent facilement et ne se tiennent pas en aussi bon état qu'avec l'avoine entière. Pour les chevaux d'attelage, il n'y a pas non plus nécessité de concasser l'avoine. On pense généralement que le concassage assure une mastication et une insalivation plus complètes. Les chevaux sont gloutons ou ont de mauvaises dents ; c'est là la raison pour laquelle on trouve des grains entiers dans les excréments. Dans le premier cas, la division accentue le défaut. Il faut surtout se guider sur l'état de la dentition. Lorsque les dents sont irrégulières, que les animaux font des bouchons, le concassage donne de bons résultats. Le maïs est plus dur que l'avoine, il est bon de le concasser grossièrement ; mais il n'est pas nécessaire de le diviser finement, on irait à l'encontre du but qu'on se propose ; on peut encore le ramollir par le trempage à l'eau froide ou chaude ; nous avons signalé les inconvénients de cette pratique. L'orge est très dure, d'une mastication difficile et doit être divisée.

Les jeunes animaux qui commencent à manger et qui mastiquent maladroitement doivent toujours recevoir leur ration d'avoine concassée. Au lieu de traiter tous les élèves de la même manière, le panseur devra surveiller les animaux et leur donner le grain entier aussitôt qu'ils seront capables de bien le mastiquer.

Occasionnellement, pour les animaux de ferme, on ébouillante le grain qu'on veut mélanger avec des fourrages secs hachés de qualité inférieure. Malheureusement cette pratique est dispendieuse et n'est pas à la portée de toutes les exploitations ; du reste, elle n'offre pas de grands avantages, surtout pour les animaux qui doivent fournir un travail pénible.

Il est bon de faire tremper pendant quelques heures le grain destiné aux vieux chevaux. Lorsqu'on n'a

Digitized by Google

pas de fourrages verts pendant l'hiver, alors que les chevaux ne travaillent pas et que sous l'influence d'un régime sec exclusif les crottins sont durs, qu'il y a constipation, on peut donner des fourrages trempés qui relâchent les intestins et font disparaître l'*échauffement* dont les animaux paraissent atteints.

Les carottes seront toujours données entières, bien lavées ; les betteraves et les rutabagas seront coupés en tranches assez fortes pour que les animaux ne puissent pas s'étrangler et soient obligés de les mastiquer.

Remarque. — En parlant des rations de force, nous n'avons fait aucune réserve au sujet des élèves qu'on fait travailler. L'effort à demander à ces animaux doit être réglé d'après l'âge et le dévelopement des sujets, et la ration devra toujours être majorée d'une certaine proportion de principes albuminoïdes pour servir au développement des masses musculaires ; les principes hydro-carbonés devront aussi se trouver dans un excès proportionné à l'excédent des matières azotées, afin que la ration de consommation individuelle, dite ration d'entretien, qui augmente chaque jour puisse suffire aux besoins du jeune animal.

X

Engraissement.

On doit distinguer deux sortes d'engraissement : l'engraissement azoté et l'engraissement adipeux, c'est-à-dire la formation de la viande et la formation de la graisse ; le résultat final se traduit par une augmentation de poids. On ne saurait séparer ces deux sortes d'engraissement, la viande et la graisse se

Digitized by Google

forment simultanément, mais dans des proportions fort inégales. L'engraissement repose sur cette loi physiologique : *L'intensité des dépenses chimiques effectuées par les tissus vivants se règle sur les besoins de l'organisme.*

L'excrétion azotée est constante et permanente, elle est réglée par l'apport des substances alimentaires. A l'état d'entretien, tout l'azote alimentaire se retrouve dans les excreta, de sorte que pour une ration qui aura une valeur calorifique donnée, quelles que soient les variations qu'on fasse subir à la composition de la ration, à la condition qu'elle ait toujours la même teneur en calories, ou plutôt en glycose, l'azote ingéré sera rejeté. Le coefficient de digestibilité restant le même si on augmente la proportion des principes hydro-carbonés de manière à ce qu'ils puissent fournir à l'organisme une quantité de chaleur suffisante, les principes albuminoïdes seront épargnés et auront une tendance à s'emmagasiner soit sous forme de viande, soit sous forme de graisse. Pour que l'entreprise zootechnique soit économique, il faut, autant que possible, que chacun des principes immédiats ne soit pas détourné de sa destination naturelle, c'est-à-dire que la chaleur nécessaire à l'animal ne soit pas produite par les albuminoïdes. C'est une condition difficile à réaliser et même qu'on ne peut peut être jamais remplir complètement.

L'engraissement doit toujours être poussé avec rapidité ; il est préférable, par exemple, de porter un bœuf au poids de 800 kilogr. dans la période d'une année que de mettre dix-huit mois pour atteindre ce résultat ; dans ce dernier cas, la ration dite d'entretien des six derniers mois serait consommée en pure perte. L'économie à réaliser ne résulte pas seulement des aptitudes individuelles du sujet et de la composition

Digitized by Google

de la ration ; elle est aussi sous la dépendance des conditions extérieures. Un animal au repos, dans une stalle, augmentera plus facilement de poids qu'un animal faisant de l'exercice. Pour une même ration, l'augmentation de poids sera moindre en hiver qu'au printemps et en automne, une plus grande quantité d'aliments devant être consommée pour la production de la chaleur normale lorsque l'animal vit dans une atmosphère froide. Cependant, si la température s'élève trop, il y a aussi perte de nourriture, la chaleur étant employée pour l'évaporation de la sueur. La température la plus favorable est d'environ 12 à 15 degrés. Le repos absolu, l'absence d'excitations, une lumière peu intense, sont des conditions essentielles requises pour un engraissement rapide.

Les trois espèces qui intéressent plus particulièrement le fermier sont : l'espèce bovine, l'espèce ovine et l'espèce porcine. Chacune d'elles a une aptitude spéciale moyenne à l'engraissement. Lawes et Gilbert ont observé que pendant toute une période d'engraissement un bœuf pouvait produire en moyenne 50 kilogr. de poids vif par la consommation de 125 kilogr. de tourteau, 300 kilogr. de foin et 1,750 kilogr. de rutabagas. Pour obtenir le même résultat chez le mouton, il faudrait d'après les mêmes auteurs 150 kilogr. de tourteaux, 150 kilogr. de foin de trèfle et 200 kilogr. de rutabagas ; le porc pour le même rendement nécessiterait 250 kilogr. de farine d'orge. Nous devons faire remarquer que ces observations ont été faites sur des races anglaises plus précoces et ayant une puissance digestive plus élevée que les races françaises.

Le porc est capable de consommer et d'assimiler une proportion plus élevée de matières alimentaires que le bœuf et le mouton ; cela tient surtout au plus haut degré de concentration et au coefficient de digestibilité

Digitized by Google

des aliments qu'on emploie généralement pour l'engraissement des animaux de cette espèce, en même temps qu'à leur plus grande faculté d'assimilation. Le porc augmente proportionnellement en poids beaucoup plus que le bœuf et le mouton, et cette augmentation est beaucoup plus rapide. Les résultats qu'on obtient eu égard à la quantité d'aliments consommés sont aussi plus élevés ; cela s'explique parce que le porc dépense moins pour son entretien, et il résulte une plus forte proportion de disponibilités pour la production de la viande et de la graisse. Sur 100 de matières organiques digérées, le bœuf gras en a employé 77 pour son entretien, le mouton 74 et le porc 57. Sa facilité d'assimilation, le taux élevé de son accroissement font du porc la machine la plus économique à produire de la viande qui soit à la disposition du fermier. Les résultats qu'on obtient dans l'engraissement du mouton tiennent le milieu entre ceux obtenus avec le porc et le bœuf. Du reste, les résultats sont variables ; dans toutes les races et dans toutes les espèces, on trouve des animaux qui utilisent d'une manière plus parfaite les éléments de leur ration ; c'est-à-dire que tous n'ont pas les mêmes aptitudes à l'engraissement. Toutes choses étant égales d'ailleurs, pour un même individu et pour un même régime, l'augmentation de poids pendant un laps de temps déterminé sera au maximum lorsque au début de l'entreprise l'animal sera déjà en chair ; le rapport entre la somme de principes alimentaires assimilés et l'augmentation de poids vif n'est pas constant, car, à mesure que l'animal soumis à l'engraissement augmente de poids, la quantité de nourriture improductive augmente aussi ; c'est-à-dire que la dépense individuelle devient de jour en jour plus élevée. De même, lorsqu'un animal est dans un état de graisse très avancé, la consommation d'aliments

Digitized by Google

de production diminue en même temps que l'augmentation de poids, et il arrive un moment où l'état du sujet est stationnaire. Cette progression décroissante dans la mise en réserve par l'animal est due à ce que, dans les derniers stades de l'engraissement, l'eau est fixée en moins grande quantité. Ces changements dans le taux de la consommation et de l'accroissement sont surtout apparents chez le porc à cause de la rapidité avec laquelle l'engraissement se produit. Pour que l'engraissement se produise rapidement et économiquement, il faut que les rations soient bien balancées. Wolf recommande pour le mouton une ration plus azotée que pour le porc et le bœuf. Le rapport des substances azotées aux matières non azotées serait, d'après cet auteur, pour l'engraissement du mouton, de $\frac{1}{5,5}$ pour finir à $\frac{1}{4,5}$; pour le porc de $\frac{1}{5,5}$ et $\frac{1}{6,5}$ selon l'âge et le poids. Pour le bœuf, la relation nutritive devrait être de $\frac{1}{6,5}$ au commencement de l'opération, pour arriver à $\frac{1}{5,5}$ et retomber à $\frac{1}{6}$. Dans toutes ces rations, les amides sont considérées comme des albuminoïdes ; elles ont donc une relation trop étroite et l'erreur se fait surtout sentir sur les rations du mouton et du bœuf. Les résultats pratiques montrent du reste qu'on peut obtenir un bon taux d'accroissement avec des quantités plus faibles d'albuminoïdes que celles recommandées par Wolf, surtout si on emploie des grains. Un essai de trois années à Woburn prouve que, pour le mouton, une ration journalière de 9 kilogr. 71 de rutabagas, 113 gr. 398 de foin, 340 gr. 19 de grain, soit une relation nutritive de $\frac{1}{7,7}$ par rapport aux principes azotés, et $\frac{1}{20}$ par rapport aux albuminoïdes seuls, donne des résultats égaux à ceux obtenus lorsqu'on

Digitized by Google

remplace le grain par les tourteaux. Il n'est cependant pas toujours prudent de ne considérer la ration qu'au point de vue de l'engraissement, il faut aussi tenir compte de la valeur du fumier. A ce dernier point de vue, l'engraissement avec les tourteaux ou avec les graines des légumineuses est plus avantageux que l'emploi des céréales.

Les jeunes animaux nécessitent une plus forte proportion de matières azotées que les adultes, parce qu'ils se développent en même temps qu'ils engraissent.

Dans la laine, il faut considérer le suint, la graisse et le brin. Le suint est une combinaison de potasse avec un acide organique peu connu; il est soluble dans l'eau et facilement enlevé par les lavages. Dans certaines races, les mérinos par exemple, le poids du suint peut représenter la moitié du poids de la toison brute ; généralement il équivaut à 15 % du poids de la toison. Dans une toison lavée, la graisse varie de 3 à 8 % et quelquefois moins, les laines fines sont les plus grasses. Le brin contient environ 16 % d'azote. La composition de la laine n'est généralement pas sous la dépendance de l'alimentation ; un mouton qui ne sera pas nourri suffisamment perdra du poids sans que la composition de la toison soit modifiée, sans qu'elle soit altérée quant à la qualité. Mais le rendement peut se trouver affecté. Les agneaux qui ont une bonne ration, non seulement se développent plus rapidement, mais aussi leur toison est plus forte. Si on élevait les ovins rien que pour la production de la laine, la proportion des albuminoïdes ne devrait donc pas descendre trop bas, afin que l'animal eût dans sa nourriture les éléments nécessaires pour le développement d'une toison bien tassée en rapport avec ses aptitudes.

Les phénomènes de la nutrition se traduisent par

Digitized by Google

une série d'oxydations, d'hydratations, de déshydratations ou de dédoublements qui, tous, dégagent ou absorbent de la chaleur. Si nous connaissions tous les états intermédiaires par lesquels passent les différents éléments, nous pourrions, à la faveur des lois de la thermochimie, calculer exactement la somme de principes immédiats nécessaire pour obtenir un résultat prévu ; malheureusement les états intermédiaires ne nous sont pas connus ; cependant le principe de l'état initial et de l'état final, ainsi conçu : *Si un système de corps simples ou composés, pris dans des conditions déterminées, éprouve des changements physiques ou chimiques, capables de l'amener à un nouvel état, sans donner lieu à aucun effet mécanique extérieur au système, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par les effets de ces changements dépend uniquement de l'état initial et de l'état final du système : elle est la même, quelles que soient la nature et la suite des états intermédiaires*, ce principe nous permet, dis-je, de résoudre momentanément certains problèmes avec une approximation suffisante. Nous avons déjà succinctement exposé les faits nouvellement acquis à la science touchant la digestion des principes albuminoïdes ; nous savons donc aujourd'hui qu'avant d'être assimilés, les corps albuminoïdes sont dédoublés pour passer à l'état de corps cristallisables qui sont *de suite* synthétisés pour former les albuminoïdes spécifiques de chaque espèce, on pourrait même dire de chaque individu. Cette théorie du *dédoublement* n'est pas tout à fait nouvelle ; il y a longtemps que ces transformations avaient été au moins pressenties. En 1874, M. A. Gautier écrivait dans son traité de chimie appliquée à la physiologie (t. I, page 257) : « Arrivées dans l'estomac des herbivores, les matières albuminoïdes végétales subissent, sous l'influence du suc

Digitized by Google

gastrique, un changement profond. Elles paraissent s'y dédoubler d'abord en corps plus simples, plus faciles à dialyser. » Plus loin, pages 259 et 260 : « Les dérivés azotés des matières protéïques sont les uns des produits de dédoublement directs de ces substances, les autres des produits de leur oxydation successive de plus en plus complète..... Il est difficile de dire quels sont, parmi ces principes azotés, ceux que l'on peut considérer comme dérivés des matières albuminoïdes par simple dédoublement avec hydratation. Il en est toutefois un certain nombre, tels que le glycocolle, la leucine, la tyrosine, qui peuvent en dériver sans que l'oxygène intervienne. » Toutes ces substances, plus riches que les matières albuminoïdes en matières combustibles, peuvent se produire directement. Nos connaissances actuelles ne vont pas jusqu'à connaître tous les corps qui dérivent du dédoublement des albuminoïdes ; mais, en ne tenant compte que des corps bien définis dont la composition et les chaleurs de formation et de combustion ont été étudiées, nous pouvons traduire ce phénomène du dédoublement par les équations ci-dessous :

$2\ C^{72}H^{112}AZ^{18}O^{22}S$	= 3224	$10\ C^6H^{13}AZO^2$	leucine	1310
$+\ 39\ 1/2\ H^2O$	= 711	$C^9H^{11}AZO^3$	tyrosine	181
		$C^3H^7AZO^2$	alanine	89
		$2\ C^2H^5AZO^2$	glycocolle	150
		CH^4AZ^3	guanidine	58
		$C^4H^7AZO^4$	acide aspartique	133
	3935	$C^{51}H^{98}O^6$	palmitine	806
		$9\ COH^4AZ^2$	urée	540
		$3\ CO^2$		132
		$2\ S$		64
		$29\ 1/2\ O$		472
				3935

Digitized by Google

Si nous poussons le dédoublement jusqu'à formation de glutamine, l'équation devient :

		$9\ C^6H^{13}AZO^2$	leucine	1179
		$C^9H^{11}AZO^3$	tyrosine	181
		$C^3H^7AZO^2$	alanine	89
		$2\ C^2H^5AZO^2$	glycocolle	150
		CH^4AZ^3	guanidine	58
$2\ C^{72}H^{112}AZ^{18}O^{22}S$	= 3224	$C^4H^7AZO^4$	acide aspartique	133
$+\ 37\ 1/2\ H^2O$	= 675	$C^5H^9AZO^4$	glutamine	147
	3899	$C^{51}H^{98}O^6$	palmitine	806
		$9\ COH^4AZ^2$	urée	540
		$4\ CO^2$		176
		$2\ S$		64
		$23\ 1/2\ O$		376
				3899

Si dans la première équation on supprimait l'acide aspartique, on aurait alors trois équivalents de glycocolle, et il ne faudrait plus que 38 1/2 H^2O.

Il y a un fait digne de remarque, c'est que, si on considère l'équation de la combustion complète de l'albumine, ou celle de simple hydratation avec production de palmitine et de lactose, ou l'une ou l'autre des formules de dédoublement, la quantité d'urée formée est toujours un multiple de 9. Il semble que dans la constitution de la molécule protéïque il y a un groupe d'éléments excrémentiels qui est à peu près constant. On trouve aussi dans les produits de dédoublement de l'albumine, de l'arginine, de la lysine, de la cadavérine même ; mais peut-on affirmer que ces composés ne proviennent pas d'une transformation de l'un ou de l'autre ou de plusieurs des composés amidés déjà connus, comme l'alanine elle-même dérive de la sarcocine ($C^5H^7AZO^2$) ? On savait aussi que le dédoublement de la molécule albuminoïde s'accompagnait

Digitized by Google

toujours de la production d'une certaine quantité de corps gras.

On tire des équations ci-contre que 1 gramme d'albumine donne 0 gr. 25 de matière grasse, et qu'il faut de 0 gr. 2093 à 0 gr. 2205 d'eau pour l'hydratation, ce qui nous indique qu'une bonne ration d'engraissement doit contenir environ 80 °/o de matière sèche, exception faite pour l'engraissement au pâturage. On peut objecter qu'une certaine quantité d'oxygène est mise en liberté et que ce gaz n'est pas rejeté en nature par les animaux. Cet oxygène ne demeure pas sans emploi, il est nécessaire pour produire les dérivés des amides qui résultent du dédoublement direct de la molécule albuminoïde.

	Chaleur de combustion de 1 gramme de :	Chaleur de formation
Chair musculaire ...	5036	1137 calories.
Caséine	5038	927,5
Fibrine végétale	5137	970
Gluten.....	5502	999

D'après Lawes et Gilbert, les divers principes acquis par un animal soumis à un bon régime d'engraissement et amené à la fin de l'opération à un bon état de maturité et de graisse sont les suivants :

Veau, 6,5 de chair musculaire ou 65 °/o ; graisse, 72,5 °/o ;

Bœuf, 7,69 de chair musculaire ou 77 °/o ; graisse, 66,2 °/o ;

Mouton, 7,13 de chair musculaire ou 71 °/o ; graisse, 70,4°/o ;

Porc, 7,76 de chair musculaire ou 78 °/o ; graisse, 63,1 °/o.

Digitized by Google

Dans les veaux et les bœufs, les deux tiers environ de la matière azotée totale du corps se trouvent dans les quartiers et 12 °/₀ dans les os de ces quartiers ; les quartiers du mouton ne contiennent que de 52 à 53 °/₀ de la substance azotée totale de l'animal et les os 10 °/₀; pour le porc les trois quarts de l'azote total se trouvent dans les quartiers et 4 à 5 °/₀ dans les os. Malgré que la chaleur de formation de la chondrine (1,226 calories) et de l'oséïne (954) diffèrent de celle de la chair musculaire, pour simplifier la question, nous admettrons que toute la matière azotée fixée par kilogramme d'augmentation peut être considérée comme si elle ne servait qu'à produire des muscles, ce qui du reste ne change rien au résultat pratique. L'âge de six mois à un an est une période critique, qui ne correspond ni au jeune âge, ni à l'âge adulte ; aussi, nous basant sur l'observation, nous admettons que l'accroissement à ce moment correspond à 70 grammes de chair musculaire et 700 grammes de graisse, pour une augmentation de 1 kilogramme de poids vivant.

Tous les albuminoïdes n'ont pas exactement la même composition qualitative; nous avons pris pour formule-type celle de Lieberkun, à laquelle se sont rattachés MM. Chauveau et Armand Gautier. D'après la deuxième équation, qui est celle qui envisage le dédoublement le plus complet, 1 gramme d'albumine en se dédoublant donne naissance à 0 gr. 0549 de CO^2, dont la chaleur de formation pour 1 gramme avec le carbone amorphe, l'acide dissous dans l'eau, est de 5 calories6, soit pour la quantité ci-dessus 0 calorie 30744. La quantité d'urée produite est de 0 gr. 1674, dont la chaleur de formation est de 0 gr. 2153, et celle de 0 gr. 25 de graisse provenant du dédoublement de l'albumine de 0 calorie 153575.

Le théorème des hydratations est ainsi conçu : *Lorsque*

Digitized by Google

l'eau se fixe sur un principe immédiat, la chaleur dégagée ou absorbée est égale à la différence entre la chaleur de formation de ce principe par les éléments et celle des composés résultant, diminuée de la chaleur de formation de l'eau. En vertu du théorème réciproque, les amides résultant du dédoublement étant synthétisés de suite pour former des principes azotés animaux, nous n'avons pas à tenir compte de la chaleur de formation de l'eau. De sorte que nous tombons dans le cas du théorème des dédoublements qui dit : *En général, lorsqu'un principe organique se dédouble en deux autres substances (ou un plus grand nombre), la chaleur dégagée ou absorbée est égale à la différence entre la chaleur de formation des produits et celle du principe initial.*

La chaleur dégagée ou absorbée pendant le dédoublement des albuminoïdes sera égale à la chaleur de formation du principe albuminoïde considéré (fibrine végétale, caséine, gluten), diminuée de la chaleur de formation de l'acide carbonique, de l'urée et de la matière grasse, soit un total de 0 calorie 676315. L'énergie libérée pendant la transmutation des matières protéïques est donc relativement faible.

Faute de renseignements thermo-chimiques suffisants relativement à la chaleur de formation des principes immédiats des substances fourragères, nous nous contenterons de diviser les fourrages en trois catégories, division provisoire, qui pourra s'élargir à mesure que des études nouvelles nous éclaireront mieux sur cette question encore insuffisamment explorée.

Tous les foins, pailles, fourrages fibreux appartiennent à la catégorie de ceux dont la chaleur de formation correspond à celle de la fibrine végétale. Les graines des légumineuses, les tourteaux dont le coefficient de digestibilité est très élevé seront classés au

Digitized by Google

rang de caséine ; enfin les grains, sons et farines, au rang du gluten. Cette division, tout en n'étant pas rigoureuse, a au moins, au point de vue pratique, la même valeur que celle des coefficients de digestibilité qu'on trouve dans les tables relatives à la composition des aliments. Cependant, il se présente une difficulté au sujet des fourrages verts et des racines. Les premiers lorsqu'ils sont dans le premier stade de développement se rapprochent de la caséine ; au moment de la floraison, ils tiennent le milieu entre le gluten et la fibrine végétale. Quant aux racines, nous n'avons aucune donnée, même probable, nous avons une tendance à les classer avec la caséine.

Si nous retranchons de la chaleur de formation de la fibrine végétale, de la caséine et du gluten, les 0 calorie 6763, acquises à la formation de l'urée, etc., il nous reste pour chacun de ces principes immédiats les sommes de calories : 969.3237, 926,8237, 998,3237. Autant de fois chacun de ces nombres sera contenu dans 1137, autant il faudra de grammes de protéïne du fourrage correspondant pour former un gramme de viande, de sorte que nous arrivons à établir le tableau suivant de rationnement :

Tableau donnant les quantités de protéïne nécessaire pour chaque nature de fourrage, pour une augmentation de 1 kilogr. de poids vivant selon les âges :

	Jusqu'à 6 mois.	De 6 mois à 1 an.	De 1 an et au-dessus.
Fibrine végétale....	76,908	82,824	91,106
Caséine.....	79,495	85,610	94,171
Gluten.....	74,035	79,730	88,703

Digitized by Google

Moyennes proportionnelles :

	Jusqu'à 6 mois.	De 6 mois à 1 an.	De 1 an et au-dessus.	Equivalence par rapport à la fibrine végétale.
Fibrine végétale.	25,6678	27,644	30,2956	
Caséine.....	26,531	28,571	31,3148	1,0336
Gluten.....	24,7089	26,609	29,4962	0,9736
	76,9077	82,824	91,1066	

Afin de faciliter l'établissement des rations par les mélanges des fourrages, nous avons donné une table de moyennes proportionnelles en prenant le foin pour type ; cette table permettra de calculer facilement les proportions de foin, de grains ou de tourteaux à faire entrer dans la ration pour une augmentation d'une unité de poids vivant.

Le tableau suivant les âges présente une particularité remarquable : c'est que la quantité de matière protéïque nécessaire dans chaque catégorie de fourrages pour un accroissement de 1 kilogramme de poids vivant se rapproche sensiblement du nombre 80, qui est le coefficient isoglycosique des albuminoïdes fixé par M. Chauveau, et dans l'âge adulte ce coefficient se rapproche davantage de celui que nous avons adopté nous-même, 94. Il semble donc qu'on puisse dire avec raison que la puissance trophique d'un aliment peut et doit se mesurer à son rendement en glycose. Les différences qui existent dans chaque catégorie sont facilement explicables. Le gluten contient 55,11 °/o de carbone et 15,93 °/o d'azote ; la fibrine végétale n'a que 53,71 de carbone pour 17,43 d'azote, tandis que la caséine ne contient que 50,10 de carbone et 15,37 d'azote ; la légumine se rapproche assez de la caséine, elle a moins d'azote et un peu plus de carbone. Il n'y

Digitized by Google

a donc pas lieu d'être surpris qu'il faille moins de matière azotée du foin que de caséine pour obtenir une augmentation de 1 kilogramme de poids vivant.

Les expériences de Munk, de Lebedeff et d'Hoffman ont suffisamment démontré que les matières grasses des aliments étaient absorbées en nature ; il ne faudrait cependant pas s'exagérer le rôle de ces principes immédiats dans l'engraissement, car à l'état normal, lorsque les hydrates de carbone se trouvent dans la ration en quantité suffisante, ils sont absorbés de préférence. Ce serait même une erreur d'ajouter des corps gras aux fourrages. Passé une certaine proportion qui est $\frac{1}{2,2}$ par rapport aux matières albuminoïdes, les corps gras exercent une action inhibitoire sur les fonctions de l'estomac ; lorsqu'ils sont à l'état d'inclusion avec les matières albuminoïdes dans la cellule végétale, ils sont plus facilement émulsionnés, et c'est surtout pendant la mastication que se produit ce changement physique ; lorsqu'ils arrivent dans les organes digestifs, ils sont ainsi tout préparés pour les transformations ultérieures.

Les aptitudes des animaux à l'engraissement varient selon les races, selon les individus dans la race et selon l'âge ; avec une même ration, aussi bien balancée qu'elle soit, on peut donc obtenir des résultats différents. Un jeune animal dont le développement est incomplet a une force d'assimilation beaucoup plus élevée qu'un animal arrivé au terme de sa carrière, entre les deux extrêmes, il y a un terme moyen. En même temps que les facultés assimilatrices diminuent, les fonctions digestives deviennent aussi moins actives.

La formation de la graisse aux dépens du sucre est une réaction anaérobie neutre au point de vue ther-

Digitized by Google

mique, qu'on peut représenter par la formule suivante (Morat et Doyon, *Traité de physiologie*) :

13 $C^6H^{12}O^6$ glycose, 1 kilogramme.	$C^{55}H^{104}O^6$ graisse	=	0 k. 370
	+ 23 CO^2	=	0 k. 430
	+ 26 H^2O	=	0 k. 200

Nous possédons actuellement tous les éléments nécessaires pour calculer une ration d'engraissement.

Soit à rationner un animal du poids de 500 kilogr. âgé de 3 ans 1/2 avec du foin seulement, contenant d'après les tables de composition des fourrages :

MA = 6 °/o m. g. 1 °/o, MNA 42,5 °/o de digestibles.

D'après ce qui précède, il nous faut 91 gr. 106 de matière azotée pour la formation de 77 grammes de matière azotée animale correspondant à 1 kilogramme d'augmentation de poids vivant ; dès lors nous devrons prendre :

$\frac{91,106 \times 100}{6} = 1,518$ gr. 43 de foin qui contiendront :

MA = 91,106 ; m. g. 15,1843 et MNA 645,332 = 693,731 de glycose.

En même temps, l'animal accumulera 662 grammes de matières grasses ; nous en avions déjà 15 gr. 1843 contenus dans le foin, 22 gr. 776 provenant du dédoublement de la matière protéïque et 256 gr. 680 résultant de la transformation du glycose produit par les matières hydro-carbonées, ce qui fait en tout 294 gr. 6403. Il nous en manque donc 367 gr. 3597, qui devront être fournis par la ration dite d'entretien, mieux désignée sous le nom de ration de dépense individuelle. L'animal pesant 500 kilogrammes consommera 2,640 litres d'oxygène. Une partie de cet

Digitized by Google

oxygène sera, il est vrai, employée pour les transformations des principes immédiats dans l'organisme; nous n'en tiendrons aucun compte et la ration sera légèrement plus forte qu'il ne conviendrait en réalité; il est préférable qu'il en soit ainsi. Notre ration de dépense individuelle contiendra des matières azotées en même temps que des principes hydro-carbonés, nous pouvons obtenir une augmentation de poids supérieure à celle prévue. Comme il faut 0 lit. 746 d'O pour brûler 1 gramme de glycose, le supplément de foin devra contenir une somme de principes immédiats capable de produire 3,539 gr. 873 de glycose, plus une quantité pouvant produire les 367 gr. 359 de matière grasse qui manquent dans la ration de production, diminuée de celle résultant du dédoublement des principes azotés en glycose, dont le rendement d'après la formule de M. Chauveau sera ici de 50 °/₀. Pour produire les 367 gr. 359 de matière grasse, il faudra 992 gr. 86 de glycose. Nous aurons donc l'équation suivante, d'après la composition du foin :

$$6x \times 80 + 1x \times 161 + 42{,}5x \times 107{,}5 = 3539{,}873 + 992{,}86 - \frac{6x}{2}.$$

$\frac{6x}{2}$ représente de la matière grasse; réduisons-le en glycose en multipliant par 161, et l'expression devient $\frac{9{,}66x}{2} = 4{,}83\,x$; l'équation précédente devient alors : $56{,}9275\,x = 4532{,}7335$ ou $x = 7{,}962$ gr. 290. La ration totale sera donc de 9,480 gr. 720 de foin et contiendra : 568 gr. 8432 de MA, 94,807 de m. g. et 4029,306 de MNA équivalant à 4,313 gr. 372 de glycose. Sur les 568 gr. 8432 de MA, 91,106 seront utilisés pour la formation de matières azotées animales, il en reste donc 477 gr. 7372 qui, en se transformant en glycose, produiront 238 gr. 8696 de matière grasse, laquelle, ajoutée à celle contenue dans la ration et celle pro-

Digitized by Google

venant des matières albuminoïdes fixées, donnera un total de 256 gr. 4526 ; il en manque encore 405 gr. 5474 qui devront provenir de 1,096 gr. 0756 de glycose résultant des matières hydro-carbonées ; ces matières hydro-carbonées et les matières azotées représentent l'équivalent de 4,695 gr. 56176 de glycose, il reste donc pour la calorification 3,599 gr. 48676, au lieu de 3,538 gr. 874, soit un excédent de 60 gr. 612 de glycose ou 56 gr. 4 de matière hydro-carbonée, erreur en plus qui est bien négligeable.

L'analyse de cette ration nous montre aussi que l'emploi du foin seul, qui paraît économique, est en réalité onéreux, et d'autant plus onéreux que le foin est de meilleure qualité parce qu'une quantité relativement considérable de matière azotée est employée à la calorification, 477,7372, alors seulement que 91,106 sont fixés. Il y a tout avantage à faire des mélanges, comme nous allons le démontrer. Soit à rationner un animal de même poids et de même âge en vue de l'engraissement avec du foin, du tourteau d'arachides et de la farine de maïs :

	MA	m.g.	MNA
Foin.....	6	1	42,5
Tourteau d'arachides..	40,4	6,5	23,5
Maïs (farine).....	8	4	68,6

En nous reportant au tableau des moyennes proportionnelles, nous écrivons les égalités suivantes :

(Suit le tableau.)

Digitized by Google

		MA	m. g.	MNA	
Foin :					
$\frac{30,2956 \times 100}{6}$	= 504,926	30,2956	5,049	214,593	
Tourteau d'arachides :					
$\frac{31,3148 \times 100}{40,4}$	= 77,5118	31,3148	5,038	18,215	
Maïs (farine) :					
$\frac{29,4962 \times 100}{8}$	= 368,70	29,4962	14,748	252,928	
		91,1066	24,835	485,736	= 522,166 de glycose.

Cette partie de la ration totale, qui est la vraie ration de production, contient toute la matière azotée nécessaire pour la production de la substance azotée animale correspondant à une augmentation de 1 kilog. de poids vivant, elle contient en outre 24 gr. 835 de matière grasse, plus 22 gr. 776 provenant du dédoublement des matières azotées, et enfin des hydrates de carbone équivalant à 193 gr. 201 de matières grasses, soit un total de 240 gr. 812 ; il en manque donc 421 gr. 188, correspondant à 1,138 gr. 345 de glycose. Comme précédemment, cet animal consommera 2,640 lit. d'O, qui brûleront 3,538 gr. 874 de glycose. Il faut donc que la ration de consommation individuelle, qui, tant au point de vue physiologique qu'au point de vue économique, doit être constituée par des fourrages ayant un certain volume, contienne l'équivalent de 3,538 gr. de glycose plus 1,138 gr. 345 diminués de celui correspondant à la quantité résultant de l'hydratation des matières azotées du supplément de foin ; dès lors, sans passer par les équations intermédiaires, nous pouvons écrire :

$56,927\ x = 3538,874 + 1138,345$, d'où $x = 8,216$ gr. 89.

Digitized by Google

La ration totale se composera donc de 8,721 gr. 816 de foin, c'est-à-dire 776 gr. 472 seulement de moins qu'avec la ration au foin seul. Cette faible différence était à prévoir puisque, dans ce dernier cas, le foin doit surtout subvenir aux besoins de la calorification ; mais nous faisons une économie de 46 gr. de matière azotée.

	MA	m.g.	MNA
8216,89 de foin =	493,0134	82,1619	3492,17825
ou 3753,9916 de glycose.			

Au total, il y a donc dans la ration 584 gr. 12 de matière azotée dont 493,0134 sont comburés, 569 gr. 4869 de matières grasses, soit qu'elles se trouvent directement dans les aliments ou qu'elles soient le résultat des transformations des matières hydro-carbonées ; il manque donc encore 92 gr. 514 de matières grasses qui seront fournies par 250 gr. 038 de glycose provenant du supplément de foin, et il reste pour la calorification 3 503 gr. 9536 de glycose, c'est-à-dire une différence en moins de 34 gr. 9204 de glycose ou 34 gr. 480 de matières hydro-carbonées. Ce déficit n'est du reste qu'apparent, puisque nous n'avons pas tenu compte de la quantité d'O qui doit être employée à oxyder les principes immédiats. On voit donc qu'avec les mélanges les principes immédiats sont mieux utilisés et que la somme de matières azotées consommées pour la calorification est moins élevée qu'avec le foin seul.

Pour que l'opération soit avantageuse, le rationnement de l'engraissement ne doit réellement commencer que lorsque les animaux sont déjà en *état*. Cet état peut et doit s'obtenir avec des aliments de qualité relativement inférieure et de valeur marchande peu

Digitized by Google

élevée. Avec la même somme de principes alimentaires on n'obtiendra pas toujours la même augmentation de poids. On peut s'arrêter aux moyennes suivantes :

Pour un jeune animal, de 1 k. 222 à 1 k. 410 ; pour un bœuf de 5 à 8 ans, de 611 à 733 grammes ; pour un vieux bœuf, 366 grammes. Par conséquent, la ration doit toujours être calculée d'après le maximum probable.

(*Suit le tableau.*)

Digitized by Google

Tableau donnant les quantités fixées de MA et de m. g. *avec la quantité de protéine végétale qui doit servir de base à la ration selon les âges.*

AUGMENTATION DE POIDS. Gr.	JUSQU'A 6 MOIS			DE 6 MOIS A 1 AN			DE 1 AN ET AU-DESSUS			
	MA fixée.	MA nécessaire.	*m. g.* fixée.	MA fixée.	MA nécessaire.	*m. g.* fixée.	MA fixée.	MA nécessaire.	*m. g.* fixée.	
1000	65	76.908	725	70	82.824	700	77	91.106	662	MA = Matière azotée de la fibrine végétale.
900	58.5	69.217	652.5	63	74.5416	630	69.3	81.9954	598.5	
800	52	61.5264	580	56	66.2592	560	61.6	72.8848	532	*m. g.* = Matière grasse.
700	45.5	53.8356	507.5	49	57.9768	490	53.90	63.7742	465.5	
600	39	46.1448	435	42	49.6944	420	46.2	54.6636	399	
500	32.5	38.454	361.5	35	41.412	350	38.5	45.553	332.5	
400	26	30.7632	290	28	33.1296	280	30.80	36.4424	264	
300	19.5	23.0724	217.5	21	24.8472	210	23.1	27.3318	199.5	
200	13	15.3816	145	14	16.5648	140	15.4	18.2212	133	
100	6.5	7.6908	72.5	7	8.2824	70	7.7	9.1106	66.5	

Digitized by Google

Soit à rationner le même animal avec du foin, du tourteau d'arachides dont nous connaissons la teneur en matières digestibles et des balles d'avoine, qui contiennent MA = 1,7 ; m. g. 1 ; MNA 32,6 de digestibles, pour une augmentation de poids de 1,400 grammes par jour, en faisant entrer le foin pour une plus large part dans la ration de production. Cette ration devra contenir les matières azotées correspondant à une augmentation de 1 kilogramme, plus celles correspondant à 400 grammes. C'est-à-dire :

$$91,106 + 36,4424 = 127 \text{ gr. } 5484.$$

En nous reportant au tableau des moyennes proportionnelles nous avons 30,2956, pour la part de la fibrine végétale ; majorons ce chiffre de 20 grammes pour le foin, et demandons aux balles d'avoine 6,8 de matières azotées. Ces deux fourrages appartiennent à la même catégorie ; il nous reste à procurer 70 gr. 4528 de MA, qui devront être fournis par le tourteau d'arachides, aliment classé dans la catégorie de la caséine ; en consultant le tableau des moyennes proportionnelles, nous voyons qu'il faut 31 gr. 3148 pour 30 gr. 2956 de fibrine végétale ; le rapport entre ces deux nombres est de 1,0336 ; en multipliant 70,4528, nous aurons la somme de matière azotée que nous devons emprunter au tourteau d'arachides, pour obtenir le même résultat qu'avec *70 gr. 4528* de fibrine végétale. Dès lors, nous aurons : *72 gr. 82*.

Digitized by Google

La ration se composera de :

Foin :

	MA.	Fibrine végétale.	m.g.	MNA
$\frac{100 \times 50,2956}{6} = 838,26$		50,2956	8,3826	356,26

Balles d'avoine :

$\frac{100 \times 6,8}{1,7} = 400$		6,8	4	130,40

Tourteau d'arachides :

$\frac{100 \times 72,82}{40,4} = 180,247$	72,82	70,4528	11,716	42,358
		127,5484	24,0986	529,018

La teneur totale de la ration de production en fibrine végétale est de 127,5484, au lieu de 129,9156 de MA, parce que nos prévisions sont basées sur la fibrine végétale, et la quantité de tourteau d'arachides a été calculée après avoir ramené la protéïne de ce fourrage en fibrine végétale. L'erreur qui résulte de ce mode de calcul est négligeable, car elle ne porte que sur les matières grasses, en plus ou en moins, résultant du dédoublement des albuminoïdes, erreur qui est dans ce cas de 0,58. Cette ration de production contient donc l'équivalent de 127,5484 de fibrine végétale nécessaire pour la formation des matières azotées animales, correspondant à 1,400 grammes d'augmentation de poids vivant, qui donneront: 31 gr. 8871 de m. g.; nous trouvons, en même temps, 24 gr. 0986 de matière grasse et 210 gr. 4167 provenant de l'hydratation des matières hydro-carbonées, c'est-à-dire un total de : 266 gr. 4024 de m. g. D'après le tableau d'accroissement, il en faut : 662 + 264 = 926 gr. Il faudra donc

Digitized by Google

que les balles d'avoine et le foin qui entreront dans la ration de dépense individuelle contiennent l'équivalent de 3,538 gr. 876 de glycose nécessaire pour la consommation des 2,640 litres d'O, plus la quantité de matières grasses et de matières hydro-carbonées capables de fournir la matière grasse qui fait défaut, ou 926 — 266,4024 = 659,5976, diminuée de la somme de matières grasses résultant de la transformation des matières azotées qui dans les fourrages accompagnent toujours les matières hydro-carbonées. Il y a plusieurs manières de résoudre le problème ; nous prendrons la plus simple, parce qu'elle est plus conforme aux besoins de la pratique. Les balles d'avoine sont dans la ferme, en quantité relativement faible, la réserve peut être vite épuisée, nous pouvons, d'ores et déjà, dire que nous voulons en faire consommer 4 kilogrammes par jour, en plus de celles qui entrent dans la ration de production ; elles fourniront donc : 68 de MA, 40 de m. g. et 1304 de MNA, qui rendront 1.401 gr. 8 de glycose. Les 68 gr. de MA, en passant à l'état de glycose par hydratation, donneront 34 de m. g., qu'il faut ajouter aux 40 grammes contenus dans les 4 kilogrammes de balles, soit 74 grammes, de sorte que la ration ainsi transformée contient actuellement :

266,4024 + 74 = 340 gr. 4024 de m. g.

et le déficit n'est plus que de 585 gr. 5976. Mais, d'autre part, il y aura 1401,8 de glycose, provenant de MNA des balles, plus 54,40 provenant des matières azotées, soit 1,456 gr. 20. Il ne manque donc plus dans la ration totale que 585 gr. 5970 de matières grasses qui dériveront de 1,582 gr. 715 de glycose. Il faut donc que le supplément de foin fournisse : 3538,876 de glycose, plus 1582,715, moins 1456,20, soit 3665 gr. 391 de gly-

Digitized by Google

cose. Nous pouvons donc écrire, comme nous l'avons fait déjà, sans passer par les équations intermédiaires :

$$56{,}927\,x = 3665{,}391, \text{ d'où } x = 6438{,}76.$$

La ration devient donc :

		MA.	Fibrine végétale.	m g.	MNA.
Foin.....	7277,02 =		436,6212	72,77	3092,7335
Balles d'avoine.	4400 =		74,8	44	1434,4
Tourteau d'arachides.....	180,247 =	72,82	70,4528	11,716	42,358
			581,8740	128.486	4569,4915

Sur les 581 gr. 874 de fibrine végétale, 127,876 participeront à la formation de la matière azotée animale en donnant 31 gr. 8871 de matière grasse, il en restera donc 454 gr. 3254 qui, à leur tour, donneront 227 gr. 1627 de m. g. et 363,46032 de glycose. La ration contient déjà 128 gr. 874 de m. g., le total est donc de 393 gr. 5358. Il n'en manque plus que 532 gr. 4642 qui dériveront de 1,439 gr. 09 de glycose ; or, les hydrates de carbone équivalent à 4912.2033 de glycose auxquels il faut ajouter les 363 gr. 46032 provenant des matières protéïques non fixées, ce qui fait un total de 5,275 gr. 6636 ; il en reste donc 3,836 gr. 5736 pour la calorification, soit un excédent de 297 gr. 6976. Si on se rappelle que nous n'avons pas tenu compte de l'oxygène qui sera utilisé par les principes immédiats, pour leur transformation en glycose, cet excédent n'est pas pour nous surprendre, puisque déjà les 454 gr. 3254 de MA disponibles nécessitent pour passer à l'état de glycogène 454,3254 × 0 gr. 486 = 280 gr. 7941 d'oxygène. La relation nutritive, les matières grasses réduites en amidon, est de $\frac{1}{8,3}$.

Digitized by Google

A mesure que l'animal augmentera de poids, l'organisme aura une tendance à se mettre en équilibre d'azote. Car, « l'élément anatomique est en relation d'échange continuel avec le milieu qui le baigne ; il lui emprunte et lui restitue, sans que ce double mouvement s'arrête un seul instant, la substance alimentaire qui est apportée incessamment dans le petit édifice cellulaire, s'y incorpore et s'y accumule pendant un temps. Il peut arriver que le courant afférent soit plus riche que le courant efférent ; les choses se passent ainsi pendant la période d'accroissement ou de jeunesse. Puis vient une période d'état pendant laquelle l'équilibre est maintenu entre l'apport et la dépense (1) ». Si on n'intervient pas pour détruire cet équilibre, alors aura lieu l'équilibre de nutrition qui correspond à ce qu'on pourrait appeler l'équilibre isotonique d'azote. Il faudra donc modifier la ration, de manière à maintenir la concentration actuelle des milieux et favoriser un nouvel accroissement. Cette modification devra porter surtout sur la teneur en matières azotées, car, pour une augmentation de 1 kilogramme de poids vivant, la consommation individuelle n'entraîne que la dépense de 7 gr. 1849 de glycose. La matière hydro-carbonée à ajouter ne doit en réalité être calculée que sur la différence de ce qui manque dans la ration de production pour obtenir l'augmentation de poids prévue et possible. Ainsi, dans la ration actuelle de production, nous n'avons que l'équivalent de 266 gr. 4024 de matière grasse, il faudrait donc ajouter les principes immédiats nécessaires pour produire les 659 gr. 5976 de matière grasse qui manquent pour maintenir le gain journalier à 1,400 grammes en plus de la matière protéïque que réclame cette augmenta-

(1) Claude Bernard, *De la physiologie générale.*

Digitized by Google

tion de poids, si nous nous contentions de doubler la ration de production telle qu'elle a été établie ; en faisant cela nous porterions la ration de foin à 8115,28, et celle des balles d'avoine à 4800. Nous ferions donc une opération non seulement contraire aux lois de la physiologie, mais encore contraire au bon sens : chaque nourrisseur sait par expérience qu'à mesure que l'animal prend de la graisse, ses facultés digestives s'affaiblissent, l'assimilation est moins active.

Dans la pratique actuelle, l'engraissement comprend trois périodes de trente jours chacune ; ce n'est qu'à la fin de chaque période qu'on fait varier la ration. Il est vrai que d'emblée on fait consommer une somme double de principes protéïques, les principes hydrocarbonés entrant dans la ration en proportions convenables. Nous avons appris par expérience qu'il était préférable d'opérer par gradations successives au moins pendant les deux premiers mois, qui devraient être divisés en quatre périodes de quinze jours ; la ration est alors mieux utilisée et l'augmentation de poids plus régulière, surtout avec des animaux dont les aptitudes individuelles pour l'engraissement sont très développées, chez lesquels l'équilibre *isotonique* d'azote s'établit avant la fin de la période de trente jours ; alors c'est l'engraissement adipeux qui prédomine, et au point de vue économique, il faut autant que possible que l'engraissement musculaire marche de pair, sans interruption, avec l'engraissement adipeux, dans les premiers stades de l'opération. Ce n'est que dans la dernière période que l'engraissement adipeux doit prédominer pour arriver à cet état qu'on appelle l'état de *fini*.

Au bout de la première quinzaine, les facultés digestives ne sont pas encore fatiguées, on peut et on doit même conserver les fourrages grossiers pour

Digitized by Google

maintenir le volume de la ration, en se tenant dans de justes limites.

En doublant la ration de production, nous ajoutons donc l'équivalent de 127 gr. 5484 de protéïne végétale, 24 gr. 0986 de m. g. et 568 gr. 694 de glycose ou de principes équivalents. Cette ration de production deviendrait alors :

			MA.	m. g.	MNA.
Foin.....	1876,52	=	100,5912	16,7652	712,52
Balles d'avoine.	800	=	13,6	8	260,80
Tourteau d'arachides.....	360,494	=	140,9056	23,4320	84,766
			255,0968	48,1972	1058,086

La ration totale se composerait donc alors de 8,315 gr. 28 de foin, 4,800 gr. de balles, et de 360,494 de tourteau d'arachides. Au lieu de diminuer les fourrages ligneux, nous en augmenterions le volume dans des proportions déraisonnables si nous n'apportions aucune modification à cette ration et nous irions à l'encontre des principes que nous avons posés. Supprimons donc 1,500 gr. de foin et 400 gr. de balles d'avoine. Il nous manquera alors 96 gr. 8 de fibrine végétale, 19 gr. de m. g. et 767 gr. 90 de MNA équivalant à 933 gr. 5225 de glycose. Si nous remplaçons ce qui manque par du tourteau, il nous en faudra :

$$40,4\,x + 6,5\,x + 23,5\,x = 933,5225\,\frac{40,4\,x}{2}\,.$$

Comme nous avons des unités de nature différente, réduisons tout en glycose en multipliant les MA par 80, les m. g. par 161 et les MNA par 107,5, en nous rappelant qu'ici l'expression $\frac{40,4\,x}{2}$ représente de la graisse ;

Digitized by Google

nous aurons, sans passer par les équations intermédiaires :

$$100,5695\,x = 933 \text{ gr. } 5225, \text{ d'où } x = 929 \text{ gr. } 33.$$

Or, 929 gr. 33 de tourteau d'arachides valent 375,449 de MA, 60,406 de m. g. et 218,393 de MNA ; mais, d'après le tableau des moyennes proportionnelles, 375,449 de MA équivalent à 363 gr. 244 de protéïne végétale. La ration totale sera donc composée de :

	MA	Fibrine végétale.	m. g.	MNA.
Foin :				
6815,28 =		408,9168	68,15	2896,494
Balles d'avoine :				
4400 =		74,8	44	1434,4
Tourteau d'arachides :				
1290,824 =	521,4928 =	504,54	83,9055	303,64364
		988,2568	196,0535	4634,53764

Ce n'est donc qu'à la deuxième quinzaine que notre ration contiendra 1 kilogr. 0052 de matières azotées, correspondant à 988 gr. 2568 de fibrine végétale, c'est-à-dire que nous nous rapprocherons du chiffre fixé jusqu'ici par des règles empiriques. Sur ces 988 gr. 2568 de fibrine végétale, 127 gr. 5484 seront utilisés pour maintenir l'équilibre d'azote résultant de la période précédente et 127 gr. 5484 serviront à la formation de la matière azotée animale correspondant à 1,400 grammes d'augmentation de poids vivant. Il restera donc 733 gr. 16 de fibrine végétale disponible.

Digitized by Google

La répartition de la matière azotée se fera donc de la manière suivante : 127,5484 × 2 = 255 gr. 0968, qui produiront le quart de leur poids de graisse, soit 63 gr. 7742, dont la moitié, 31 gr. 8871, contribueront à l'équilibre de nutrition acquis et 31 gr. 8871 contribueront à la nouvelle augmentation de poids, qui, elle en réclame 926 gr. La ration contient 196 gr. 0535 de matière grasse, les 733 gr. 16 de matière azotée en donneront 366,58, nous en avons donc un total de 594 gr. 5206 provenant de la ration ou du dédoublement des matières protéïques ; il n'en manque donc plus que 331 gr. 4794, qui devront dériver de 895 gr. 89 de glycose. Or, les 4634,53764 de matières hydro-carbonées nous donnent 4,982 gr. 127 de glycose, auxquels il faut ajouter les 586 gr. 528 provenant du dédoublement des 733 gr. 16 de matières albuminoïdes. Il en reste donc 4,662 gr. 765 pour la calorification, qui n'en réclame que 3,687 gr. 5 en tenant compte de l'accroissement acquis pendant la première quinzaine, soit un excédent de 975 gr. 265. Cet excédent est nécessaire, d'abord parce que le facteur moyen 107,5 que nous avons pris comme rendement des matières hydrocarbonées et saccharoïdes réunies est peut-être un peu élevé, ensuite parce qu'il confirme que la ration établie sur les bases indiquées réunit les conditions nécessaires, c'est-à-dire que les principes immédiats, quels qu'ils soient, s'y trouvent en quantité largement suffisante ; la relation nutritive s'est élevée à $\frac{1}{5}$. Mais la composition de la nouvelle ration est la conséquence de l'état physiologique acquis pendant la période précédente, et non la conséquence de la ration qui, elle, se trouve imposée par l'état de choses actuel. Nous avions donc raison de dire que la relation nutritive était réellement l'expression d'un état physiologique existant.

Digitized by Google

Pour les autres périodes, on n'a pas à se préoccuper des matières hydro-carbonées ; la dépense individuelle n'étant que de 7 gr. 1849 de glycose pour chaque augmentation de 1 kilogramme de poids vivant sera compensée et au-delà par les matières grasses et les matières hydro carbonées contenues dans le supplément de ration de production.

Pour la troisième période, la ration de tourteau d'arachides sera portée à :

1290,824 + 180,247 = 1,471 gr. 072

et la somme totale des matières azotées sera alors de 1078,02 qui correspond à 1058,7076 de fibrine végétale. Enfin, à la quatrième période, la quantité de tourteau introduite dans la ration sera de :

1,471 gr. 071 + 180,247, soit 1,651 gr. 318,

et la somme des matières azotées de la ration totale sera de 1 kil. 150,84. A la fin de la quatrième quinzaine les matières azotées seront portées à 1 kil. 223,66, pour arriver dans la dernière quinzaine à 1,296 gr. 48. Cette gradation dans la matière azotée s'obtiendra en ajoutant chaque fois 180 gr. 247 de tourteau d'arachides à la ration, en admettant qu'on n'emploie pas d'autres aliments concentrés. Pour donner un nouvel exemple de la manière de se servir du tableau des moyennes proportionnelles, admettons qu'on veuille introduire le maïs dans la ration. D'après les tables de composition chimique des aliments la composition de ce grain est :

MA = 8 ; m. g. = 4 ; MNA = 68,6 de matières digestibles.

Cet aliment appartient à la catégorie du gluten, dont 0 gr. 9736 équivalent à 1 gramme de fibrine végétale ;

Digitized by Google

pour remplacer l'équivalent de 70 gr. 4528 de fibrine végétale provenant du tourteau, il suffira que le maïs fournisse 68 gr. 5918 de MA, c'est-à-dire qu'il en faudra 856 gr. 16, qui donneront en même temps 34 gr. 2464 de *m. g.* et 587 gr. 315 de MNA équivalant à 631 gr. 3649 de glycose; on ajoutera donc la quantité de maïs ci-dessus indiquée au lieu et place de 180 gr. 247 de tourteau.

Nous entendons déjà les critiques nous reprocher de manœuvrer les principes immédiats d'une ration, dans l'organisme, avec la même précision qu'un commandant d'une unité militaire fait manœuvrer ses hommes dans une parade ; à ceux-là, nous répondrons : Les principes physiologiques sont vrais ou faux ; s'ils sont vrais, on doit pouvoir en faire une application pratique ; s'ils sont faux, pourquoi continuez-vous à les enseigner et à en remplir les colonnes des périodiques ?

Nous avons suivi la marche probable des principes immédiats, d'après les découvertes modernes de la physiologie et de la thermochimie ; les résultats ne sont jamais mathématiquement exacts, et ils ne peuvent pas l'être, parce que la composition quantitative des principes azotés n'est pas constante, et, par suite, leur chaleur de formation et de combustion est variable ; mais, en partant d'une formule type, on arrive à des résultats pratiques et économiques. Du reste, l'expérience est le meilleur des juges. En tenant compte des aptitudes individuelles des sujets, de leur âge, et des erreurs qu'on peut commettre dans l'appréciation des différentes denrées alimentaires, on se convaincra bien vite que ce mode de calcul des rations d'engraissement est le seul qui, jusqu'à ce jour, permette d'obtenir le prix de revient de l'unité de poids au meilleur marché possible.

La ration que nous avons établie à la fin de la pre-

Digitized by Google

mière période de quinze jours et qui sert de base à celles qui suivent (page 184) repose sur l'emploi de 929 grammes 33 de tourteau d'arachides, qui doivent combler le déficit provenant de la suppression de 1,500 grammes de foin et 400 grammes de balles d'avoine. Malgré sa simplicité, on peut, surtout certaines années, obtenir une ration plus économique. En effet, nous avons vu qu'il nous fallait 96 gr. 8 de fibrine végétale qui équivalent à $96,8 \times 1,00336 = 100,082$ de protéïne du tourteau. Si nous nous contentions d'abord d'ajouter la quantité de tourteau nécessaire pour donner à la ration la teneur en MA indispensable, il en faudrait $\frac{100,082}{40,4} = 247$ gr. 728 au lieu de 929 gr. 33 ; mais nous n'apporterions que 16 gr. 102 de *m. g.* au lieu de 19 grammes et 58,216 de MNA au lieu de 767 gr. 90. Il nous manquerait donc 3 grammes de matières grasses et 709 grammes 684 de MNA, le tout équivalant à 767 grammes 74 de glycose, que nous pourrions obtenir avec des pommes de terre cuites à la vapeur, par exemple, dont la teneur moyenne en principes digestibles est de 1,7 de MA, 0,09 de *m. g.* et 23 de MNA, le tout équivalant à 26 gr. 2299 de glycose ; dès lors il en faudrait 2,927 grammes en chiffres ronds, dans lesquels on trouverait 49 gr. 759 de matières azotées qui seraient comburées, tandis qu'avec le tourteau seul nous en sacrifions 407 gr. 74, et la teneur totale de la ration en principes azotés digestibles ne serait plus alors que de 630 gr. 275, et la teneur des matières hydro-carbonées serait de 5,063 gr. 320. Pour aussi économique en apparence que fût cette nouvelle ration, et quoiqu'elle donnât le rendement prévu pendant quelques jours, l'équilibre isotonique d'azote ne tarderait pas à s'établir, alors l'animal demeurerait stationnaire ou ne produirait qu'une partie de l'aug-

Digitized by Google

mentation prévue, due simplement à un engraissement adipeux ; aussi est-il préférable, lorsque des cas semblables se présentent, d'augmenter d'un quart la quantité d'aliments concentrés qu'on veut ajouter à la ration primitive. On obtient ainsi la constance dans le gain journalier et on réalise encore une économie.

Dans ces derniers temps, on a beaucoup parlé de la pomme de terre pour l'engraissement du bétail ; c'est un excellent aliment, nous ne le contestons pas, mais il nous paraît élever beaucoup le prix de revient.

Lorsqu'on veut utiliser ce tubercule, on doit fixer à l'avance la quantité à faire entrer dans la ration en se rappelant que, pour les bovins, le rapport de l'eau à la matière sèche doit être comme 4 est à 1. Soit 15 kilog. de pommes de terre à faire entrer dans une ration d'engraissement ; ils contiendront en principes digestibles 255 gr. de MA, 13,50 de m. g. et 3450 de MNA. Comme toutes les racines, les pommes de terre doivent être classées, au point de vue azoté, dans la catégorie des caséines ; donc les 255 gr. de MA ne représentent que $\frac{255}{1,0036} = 246$ gr. 69 de fibrine végétale ; nous n'aurons donc plus besoin, considérant la ration précédente, que de prendre l'équivalent de 257,85 de fibrine végétale, soit 266 gr. 516 dans 659 gr. 69 de tourteau. De sorte que 15 kilogr. de pommes de terre remplacent seulement au point de vue de la matière azotée, qui est le seul principe producteur de viande, 631 gr. 134 de tourteau. Or, en cotant les pommes de terre à 3 francs les 100 kilogr., leur ration reviendra à 45 centimes ; tandis que les 631 gr. 134 de tourteau d'arachides, à 22 francs les 100 kilogr., ne reviendraient qu'à 0 fr. 1388. Ce n'est donc que dans les années d'abondance, où le marché est encombré, que ce tubercule trouverait un emploi utile pour l'engraisse-

Digitized by Google

ment des bovidés. Il est préférable de faire un arbitrage.

Pourquoi faire entrer le tourteau d'arachides dans une ration de début ? Les denrées à faire entrer dans une ration économique sont sous la dépendance des mercuriales ; pendant l'année 1906, beaucoup d'éleveurs se sont abstenus d'acheter des tourteaux, à cause des cours élevés ; les prix étaient encore avantageux, car pour remplacer 174 gr. 287 d'arachides au prix de 22 francs les 100 kilogrammes, qui revenaient à 0 fr. 04008, il aurait fallu 674 gr. 083 de son valant 0 fr. 10448, soit une différence de près de 6 centimes par ration.

Le foin entrant dans une ration de *production* doit autant que possible être haché, humecté, si c'est nécessaire, et mélangé avec les balles, les racines et les farines, quelles qu'elles soient. Seul, le foin de la ration de dépense individuelle doit être distribué entier.

Nous pensons que ce qui précède suffira pour bien faire comprendre les bases sur lesquelles repose le calcul nécessaire pour établir une ration d'engraissement, et l'usage qu'on peut faire des trois tableaux ; celui des moyennes proportionnelles rendra de grands services en permettant de ramener tous les fourrages au foin, quant à leur valeur azotée. Ce tableau nous permet de comprendre combien sont erronées les diverses tables d'équivalence, qui ont encore été publiées dans ces derniers temps.

Il est un facteur dont on ne tient jamais compte lorsqu'on établit une ration et qui est souvent cause de déboires, surtout lorsqu'on fait consommer des racines crues : c'est la chaleur spécifique des fourrages.

La loi de Dulong et Petit est ainsi conçue : « Le produit de la chaleur spécifique sous pression constante par la masse atomique est un nombre constant voisin-

Digitized by Google

de 6,4. » D'après cette loi, la valeur atomique moyenne de la matière albuminoïde étant de 1612, celle de l'amidon et de la cellulose de 162, nous pouvons considérer que la chaleur spécifique de la protéïne est de 0,00397, celle de l'amidon et de la cellulose de 0,0395, celle des corps gras en prenant la formule de l'oléostéaro-palmitine de 0,00794. Par extension, nous pouvons faire application de la loi de Wæstyn : « La capacité calorifique d'un corps composé à l'état solide est égale à la somme des capacités calorifiques de ses éléments considérés dans le même état physique. » Pour obtenir la chaleur spécifique d'un fourrage, il faut prendre sa composition totale, au lieu de sa teneur en principes digestibles. La chaleur spécifique du foin qui entre dans notre ration est de :

MA 10 °/.		× 0,00397	=	0,0397
m. g. 2 °/.		× 0,0794	=	0,01588
Cellulose et amidon	48 °/.	× 0,0395	=	1,89600
Eau	15 °/.	× 1	=	15
				16,95158

pour 1 gramme = 0,169515

De sorte que, pour élever la température de ce foin de un degré, il faudra 0,169515 calories. Un gramme de graisse dont la chaleur de combustion est de 9,423 calories donne 161 de glycose qui en brûlant produisent 5,944 calories ; la chaleur dégagée pendant la transformation est donc de 3,479 calories. C'est là la source de chaleur la plus abondante qu'on trouve dans une ration, car nous avons vu que les autres principes dégageaient peu d'énergie pour passer à l'état de glycose. Les causes de déperdition provenant de la capacité calorifique des fourrages sont relativement considérables, et c'est la raison pour laquelle on a tout avantage à distribuer les rations, tout au moins les

Digitized by Google

rations de production, à une température voisine de celle du corps de l'animal, ainsi que les boissons. La cuisson peut modifier la capacité calorifique des racines en même temps que diminue leur teneur en eau.

On sait que le porc a plutôt une tendance à prendre de la graisse qu'à produire du maigre ; cela semble résulter du mode d'alimentation auquel nous soumettons l'animal, autant que des aptitudes individuelles. Selon les saisons on peut avoir intérêt à produire plus de viande que de lard.

Des expériences faites en Amérique, à la station expérimentale du Visconsin, par le professeur W.-A. Henry ; à la station agricole du Missouri, par le professeur Sanborn, et dans d'autres établissements de recherches, démontrent la possibilité d'obtenir à volonté le résultat cherché.

En 1889, la Société centrale d'agriculture de la Seine-Inférieure décida qu'il y avait lieu de renouveler les essais faits en Amérique et confia la direction de ces expériences à M. Fortier, qui s'exprime ainsi :

« Quelle conclusion pouvons-nous tirer de cette expérience ? Pour ma part, je n'hésiterais point à déclarer que le résultat confirme d'une façon évidente, indiscutable, ceux qu'a indiqués le professeur Henry, c'est-à-dire qu'on peut développer une très forte proportion de chair musculaire, de maigre autrement dit, chez les animaux de boucherie en leur distribuant des aliments très riches en protéïne ; si, au contraire, on voulait, les ayant suffisamment développés, ne leur faire produire que de la graisse, on y arriverait sûrement et promptement en les soumettant à une alimentation dans laquelle domineraient les éle-

Digitized by Google

ments hydro-carbonés ; ainsi se trouverait résolu le problème que nous avions posé, et le moyen de produire à volonté et dans la proportion voulue du gras ou du maigre. »

Les résultats de 1889 furent confirmés dans une nouvelle expérience, en 1890. Les animaux recevaient par jour : sang desséché 0 kil. 2389, recoupes 1 kil. 877, lait écrémé 4 litres 05. En même temps et concurremment, M. Caux, économe de l'asile de Saint-Yon, où se faisaient les expériences, étudiait les effets de la nourriture sèche ou de la nourriture mouillée sur l'engraissement du porc, répétant à son tour les essais déjà faits en Amérique et tirait cette conclusion : « En comparant l'aspect et la valeur des deux sortes de viande (premier et deuxième lots), nous avons observé et reconnu, avec M. Fortier, que les porcs nourris au sec ont donné une chair plus dure, plus serrée, plus dense et d'une belle teinte rosée, qui peut être réputée comme étant de qualité exceptionnelle. Il nous paraît donc démontré, et c'est pour nous un fait acquis, que la nourriture sèche avec boisson séparée donne les résultats suivants : elle développe assez rapidement chez les porcs un embonpoint remarquable ; elle provoque et active la formation des muscles, et produit, en même temps, une faible épaisseur de graisse, saine et de belle apparence ; elle améliore la qualité de la viande, rend la chair compacte, ferme, et lui donne, à égalité de volume, un poids supérieur à celui de la chair de tout autre animal soumis à un régime différent. » Enfin, nous pouvons ajouter que le régime sec présente les avantages suivants : engraissement très actif, progression en poids rapide et importante, rendement en viande nette porté au maximum par rapport au poids vivant ; enfin, opération simple et

Digitized by Google

pratique, sans augmentation de travail, de soins et de dépense.

De ce qui précède à conclure que les grains et farines crus donnent de meilleurs résultats que cuits il n'y a qu'un pas, c'est, en effet, ce que l'expérience a démontré ; le professeur Shelton, du collège agricole du Kansas, dit que la différence en faveur du grain cru est de 1/5 de la nourriture nécessaire pour obtenir une augmentation de poids de 1 kilogramme. M. Coburn, du collège d'agriculture de l'Iova, a aussi obtenu de meilleurs résultats avec le maïs cru qu'avec le maïs cuit. A la station expérimentale de New-York, on a trouvé que le maïs cru cédait à la digestion 72 % de sa matière azotée, tandis que le maïs cuit n'en cédait que 63 %.

De tous les animaux de la ferme, le porc est celui qui, pour un poids donné de matière sèche, produit la plus forte proportion de poids vif. Malgré que cet animal s'accommode de tout et accepte facilement des aliments de médiocre qualité, il est nécessaire de faire un choix et des mélanges judicieux, si on veut obtenir des produits de bonne qualité. Le lait écrémé qui convient aux porcs à tous les âges, parce qu'il favorise le développement des muscles et des os, doit, chaque fois que cela est possible, servir d'excipient aux farines. Donné frais, l'observation nous a conduit à considérer que 3 kilogrammes environ équivalent à 500 grammes d'un mélange en parties égales de farine de pois, d'orge et de froment. On peut dire qu'on produit le meilleur lard avec 4 litres 1/2 de lait écrémé, 1,500 grammes de pommes de terre cuites et farine d'orge à volonté. Le maïs mélangé au lait écrémé vaut mieux que mélangé avec tout autre aliment. Le maïs, les fèves, seuls ou employés ensemble, produisent le lard le plus mou.

Les betteraves peuvent remplacer les pommes de

Digitized by Google

terre ; il résulte d'expériences faites à la station expérimentale de Copenhague que 4 à 5 kilos de grosses racines riches en eau équivalent à 500 grammes de grain, tandis qu'il suffit de 2 kilos à 2 kilos 500 de betteraves à sucre pour obtenir le même résultat. Le directeur de la station de Copenhague estime que 40 °/₀ de la ration journalière peut être avantageusement constitué avec la betterave à sucre et que la graisse produite est aussi ferme que celle obtenue avec les graines et les farines. Les stations d'Ottawa, d'Utha et d'Ohio étaient arrivées aux mêmes conclusions.

Les porcs qui consomment du lait écrémé paraissent avoir une santé plus vigoureuse que ceux nourris exclusivement avec du grain. Les châtaignes cuites, débarrassées de leur écorce brune, contribuent à améliorer la qualité de la viande et à raffermir le lard, ainsi que les glands débarrassés de leur cupule ; leur consommation n'est réellement avantageuse qu'au début de l'engraissement, plus tard on peut en continuer la distribution comme supplément de ration.

Quoiqu'il faille nourrir abondamment, il ne faut pas aller jusqu'à la surcharge de l'estomac ni même jusqu'à la satiété. Des porcs, qui tout en consommant beaucoup, mais qui n'éprouvent pas la moindre fatigue après le repas, dont les digestions ne sont pas pénibles, produisent jusqu'à 12 °/₀ de plus que ceux qui sont repus et éprouvent des sensations de lourdeur de l'estomac, caractérisées par une dypsnée plus ou moins forte, un état congestif passager.

On sera surpris de ne pas trouver dans cet ouvrage, non seulement les fourrages qui conviennent le mieux pour l'engraissement, mais aussi les mélanges à faire. Ceux qui lisent les traités sur l'alimentation aime-

Digitized by Google

raient trouver des modèles de rations dont ils pourraient faire application. Répondre à ce désir serait mettre en œuvre un empirisme dangereux au point de vue économique. Un excellent mélange pour un engraisseur peut ne pas avoir les mêmes avantages pour un autre. Il peut ne pas être difficile de formuler une ration, et même d'en formuler une autre équivalente ayant la même valeur physiologique ; mais, si partout on ne peut pas l'obtenir à un prix qui rendra son emploi avantageux pour le nourrisseur, cette ration perdra sa valeur pratique. Le mieux est de prendre en considération le prix des différentes denrées sur le marché le plus rapproché et de déterminer les espèces de grains de tourteaux ou mélanges à employer conjointement avec le foin et les racines pour diriger l'opération avec le moins de frais possible. En faisant le choix d'un fourrage, il ne faut cependant pas penser que le mieux consiste à acheter le meilleur marché. Par exemple, si on offre deux tourteaux, un tourteau de lin et un de ces tourteaux complexes qu'on rencontre malheureusement trop souvent, ayant la même composition chimique, c'est souvent une erreur de prendre celui qui est au plus bas prix. Si les tourteaux offerts étaient de même espèce, mais de marque différente, ayant la même composition et se trouvant dans de bonnes conditions de conservation, alors il y aurait une raison pour choisir le moins cher. Mais de ce que l'analyse d'un tourteau composé est identique à celle d'un tourteau de lin, et en conclure que tous les deux ont la même valeur alimentaire, c'est commettre une erreur grave, préjudiciable. Qu'on fasse une expérience pratique, qu'on nourrisse un bœuf avec un certain poids de tourteau de lin et un autre, ayant les mêmes aptitudes individuelles, avec une égale quantité de tourteau

Digitized by Google

composé de même teneur en principes immédiats, on verra que, dans la plupart des cas, l'animal nourri avec le tourteau de lin sera le premier prêt pour la boucherie et donnera la viande de meilleure qualité, parce que les constituants de celui-ci ont une plus grande valeur alimentaire que les mélanges du tourteau composé ; naturellement, il peut y avoir des exceptions. Il ne faudrait cependant pas supposer que les analyses ne sont pas utiles et même nécessaires ; mais ce qu'il faut retenir, c'est que pour deux fourrages ayant la même composition l'analyse chimique n'est pas un guide certain d'appréciation.

Les comparaisons ne peuvent être faites qu'entre aliments de même nature et de même origine. On ne peut que poser des principes généraux sur l'alimentation ; on ne peut poser aucune règle ferme, rigoureuse, et pratiquement aucune ne peut être strictement suivie. Il est vrai néanmoins que l'homme qui est doué d'un bon jugement, basé sur des principes scientifiques qu'il a su acquérir, et qui s'efforce de mettre ses connaissances en pratique, sera plus sûr du succès que celui qui marche en aveugle.

Par dessus toutes choses, la régularité des heures de repas est indispensable, il ne faut pas que les animaux s'impatientent. Tous les restes doivent être enlevés. La capacité de consommation de chaque animal doit être parfaitement connue du panseur.

Les différentes préparations à faire subir aux aliments doivent avoir pour but de rendre les principes immédiats plus solubles ; mais, dans tous les cas, il faut éviter que la déglutition se fasse trop goulument, les mélanges devront donc toujours être faits de manière à assurer une parfaite mastication et, partant, une bonne insalivation. Le matin, avant le premier repas, on peut admettre que l'estomac est

Digitized by Google

vide et que l'appétit est plus vif, aussi peut-on distribuer de la paille hachée arrosée avec de la mélasse diluée, de la soupe de lin, à laquelle on ajoute la ration de farine, après avoir laissé macérer le tout pendant la nuit. On distribue ensuite les racines, puis le foin qui, bien mastiqué, entraînera avec lui un nouvel apport de salive dans l'estomac. C'est pendant ce premier repas qu'on fera le pansage, les portes seront ensuite fermées et les animaux seront laissés sans être dérangés jusqu'au prochain repas.

Nous dirons un mot sur quelques aliments concentrés qui conviennent pour l'engraissement. La graine de lin n'est pas assez appréciée en France, c'est cependant ce qu'on pourrait appeler l'ancre de salut du nourrisseur, c'est un aliment indispensable que les éleveurs et les nourrisseurs devraient mieux connaître. Pour la faire consommer, il est nécessaire qu'elle soit bouillie ou moulue, car, à l'état naturel, un grand nombre de grains traversent le tube digestif sans avoir été digérés. A cause de ses propriétés laxatives, on doit l'employer avec modération et mélangée avec des fourrages secs. Pour la faire moudre, il est bon d'y ajouter de la paille hachée ou des balles, afin d'éviter l'engorgement des meules ; ces substances, en absorbant une partie de l'huile, acquièrent ainsi une plus grande valeur alimentaire. Il ne faut pas abuser de la graine bouillie, car elle provoque surtout sur les animaux jeunes un développement exagéré de l'abdomen. Avant de faire bouillir la graine de lin, il est sage de la laisser tremper quelques heures dans l'eau froide ; pendant l'ébullition il faut la surveiller, afin d'empêcher qu'elle se prenne au fond du récipient ; le meilleur moyen d'éviter cet inconvénient, c'est de jeter la graine dans l'eau bouillante, de la laisser sur le feu pendant vingt-cinq minutes en ayant soin de remuer

Digitized by Google

de temps en temps. La farine de lin employée concurremment avec la farine de fèves, de pois, d'orge, le tourteau de coton, constitue un mélange très sain et très nutritif ; elle est surtout très utile dans la dernière période de l'engraissement des bovidés ; mais elle doit être exclue pour l'engraissement du porc, ainsi que tous les tourteaux, exception faite pour le tourteau d'arachide et de coco ; ce dernier convient parfaitement.

Le tourteau de lin, le plus populaire de tous, est plus économique que la graine et la farine ; il est beaucoup moins laxatif, convient aux animaux de tout âge, étant également apte à forcer la croissance des jeunes qu'à pousser à la formation de la viande et de la graisse. Etant très riche en matières albuminoïdes, il peut être mélangé avec d'autres fourrages moins azotés, tel que le maïs ; il s'allie très bien avec le tourteau de coton dont il corrige les propriétés astringentes.

Il y a deux sortes de tourteau de coton : le tourteau décortiqué, originaire d'Amérique, et le tourteau de coton non décortiqué, qui nous vient d'Egypte ; le premier est sans conteste bien supérieur au second, il est composé exclusivement de l'amande de la graine de coton, est très riche en principes albuminoïdes ; mais aucune des deux variétés ne convient pour les très jeunes animaux parce qu'elles ne sont pas d'une assez facile digestion, tandis que pour les adultes le tourteau d'Amérique est presque l'équivalent du tourteau de lin pour l'engraissement, quoique cependant nous considérons que ce dernier conserve encore une supériorité marquée.

Le tourteau de coton non décortiqué est généralement très grossier, la grande quantité de coques qu'il contient est dangereuse pour le bétail qui le consomme si on n'en surveille pas l'emploi ; en s'accumulant dans l'estomac, elles peuvent occasionner des inflammations

Digitized by Google

graves ; il contient 50 % de moins de matières azotées que celui provenant de graines décortiquées et plus du double de matières hydro-carbonées. Ces tourteaux doivent toujours être servis dans un très grand état de division, à cause de leur dureté, et même autant que possible il faudrait, ainsi divisés, les laisser exposés à l'air pendant deux ou trois jours avant de les faire consommer ; ils s'imprégneraient d'humidité, se ramolliraient et seraient d'une plus facile digestion, à moins qu'on ne préférât les faire tremper. Tout tourteau de coton est un excellent préventif contre la diarrhée, c'est une nourriture astringente qui convient pour être mélangée avec des aliments laxatifs. Cependant on ne devra jamais les faire consommer par les jeunes veaux, même lorsqu'ils auront la diarrhée, car ils pourraient causer des inflammations suraiguës généralement suivies de mort.

Malgré que, par sa composition, le tourteau de colza puisse être considéré comme un aliment d'une grande valeur, il n'est guère prudent de l'employer, il contient une huile particulière fort dangereuse qu'il est difficile d'extraire complètement. Du reste beaucoup d'animaux ne l'acceptent qu'avec difficulté à cause de sa saveur amère. Il doit être consommé presque immédiatement après la fabrication, car il n'est pas d'une longue conservation. Il convient mieux aux animaux adultes qu'aux jeunes, auxquels on doit le donner avec modération et de préférence mélangé avec d'autres aliments. Quoiqu'il ne soit jamais très savoureux, on peut l'améliorer en l'ébouillantant, ce qui rend son emploi moins dangereux. Le meilleur moyen d'encourager les animaux à le manger, c'est de le mélanger avec de la paille hachée en augmentant graduellement la dose jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la quantité voulue.

Le tourteau d'arachides est de tous celui auquel nous

Digitized by Google

donnons la préférence après le tourteau de lin ; sa grande digestibilité, sa saveur agréable, sa richesse en acide phosphorique en font un aliment de premier ordre. Le tourteau de coco ou cophra, riche en matières grasses qui rancissent rapidement et lui donnent une saveur âcre,est d'une valeur sur le marché qui ne correspond pas avec sa teneur en principes albuminoïdes. Le tourteau de noix aujourd'hui presque disparu est d'une conservation difficile, les tourteaux de maïs et de soleil qu'on trouve encore dans le commerce doivent être appréciés d'après leur teneur en matières azotées, il faut les acheter avec garantie d'analyse.

L'emploi des grains, des céréales peut quelquefois être rendu avantageux par les bas prix du marché ; les grains avariés, les queues, ne sauraient trouver un meilleur emploi. Le froment que nous avons rejeté comme aliment de travail est à sa place pour la production de la viande. 88 gr. 703 de gluten sont nécessaires pour la production de la matière azotée animale correspondant à un kilogramme d'augmentation de poids vivant ; si nous admettons qu'en moyenne le froment contient 11,3 % de matières protéïques digestibles, 1,6 de matières grasses et 64,9 de matières hydro-carbonées, il en faudra en chiffres ronds 785 gr., pour une augmentation de poids de 1 kilogramme,qui donneront en même temps 410 gr. 949 de matière grasse, ou l'équivalent ; il n'en manquera donc plus que 251 gr. 051 qui devront être fournis par la ration de dépense individuelle, calculée comme nous l'avons indiqué ; la ration de froment ne reviendrait donc qu'à 0 fr. 24 ou 0 fr. 25. Ce grain d'une mastication difficile doit être écrasé ou moulu et mélangé avec les racines et les fourrages hachés. La cuisson n'offre aucun avantage.

Les fèves, les pois riches en protéïne et donnant de

Digitized by Google

la viande de première qualité s'allient parfaitement avec le maïs plus riche en matières hydro-carbonées.

Comme condiment, le sel de cuisine sera dosé avec modération, car pris en trop grande quantité il contrarie l'assimilation des matières azotées et augmente l'excrétion de l'urée ; 25 à 30 grammes par jour sont suffisants pour les grands animaux, et 1 à 2 grammes pour le mouton.

Lorsque les animaux soumis à l'engraissement ont l'appareil digestif fatigué, on se trouve bien de leur faire prendre 16 grammes de poudre de gentiane avec 1 gramme de poudre de noix vomique ; ce mélange constitue le meilleur excitant de l'appétit. Nous ne voyons pas la nécessité de passer en revue les autres substances alimentaires dont l'emploi est surtout réglé par les mercuriales. Dans la première partie nous avons résumé tout ce qui concerne les différentes catégories.

XI

Production du lait.

La production du lait prend chaque jour une plus grande importance. L'insuffisance des données que nous possédons pour régler une ration économique se fait de plus en plus sentir. Nous n'avons pas la prétention de dire le dernier mot sur ce sujet, mais nous avons la ferme conviction que le terrain sur lequel nous nous sommes placé est de nature à appeler l'attention des physiologistes.

Le lait est une humeur excrémentitielle sécrétée par la mamelle, le mécanisme de cette sécrétion est encore inconnu ; quelle que soit la théorie à laquelle on s'arrête, le résultat final est toujours le même, production

Digitized by Google

de trois substances essentielles : la matière grasse, la matière azotée ou caséine et le sucre. Ce sont là les seuls éléments que nous ayons à considérer. Il est probable, disent certains auteurs, et pour nous il est certain que les matériaux qui composent la matière grasse sont produits de toutes pièces et non extraits du sang, quoiqu'on puisse rencontrer dans cette humeur quelques-uns d'entre eux. L'origine des principes du lait a été et est encore souvent discutée ; les expériences de Sübottin, de Kimmerick, de Playfair, etc., ne suffisent pas pour démontrer que la matière grasse provient exclusivement du dédoublement, du métabolisme de la matière azotée, soit que cette matière azotée soit empruntée à l'organisme, soit qu'elle provienne directement des aliments. Tout le sucre du lait non plus ne vient pas des hydrates de carbone.

La caséine présente la composition élémentaire et les propriétés générales des albuminoïdes ; elle ne peut provenir que des matières protéïques des fourrages. Pour quelques-uns le lait contiendrait aussi des quantités peu importantes d'albuminoïdes autres que la caséine, pour d'autres la caséine serait sans mélange et serait un individu chimique parfaitement défini. La lacto-protéïne ou caséine n'est pas une espèce chimique définie, et n'est pas non plus caractéristique du lait ; c'est plutôt une sorte de caséine soluble, comme du reste l'a démontré Duclaux.

La composition centésimale du lait est extrêmement variable ; les analyses de Boussingault et Lebel, de Lyon et Playfair, de Filhol et Joly, de Poggiale, de Chevalier et Henry de Gorup-Besannez, etc., donnent toutes des résultats différents. Chez un même animal, à des intervalles assez rapprochés, on obtient du lait présentant des écarts brusques et même assez importants. Il arrive même que sans cause apparente il y a subite-

Digitized by Google

ment un abaissement dans les proportions de matières grasses, qui peut se maintenir pendant quelque temps et faire croire à une addition d'eau. Aussi nous disons que pour bien apprécier un lait, pour être sûr du jugement à porter, il faut que l'échantillon soit prélevé au moment de la traite, c'est-à-dire sur la vache elle-même. Les fraudes sont fréquentes, beaucoup trop ; mais combien de laitiers ont été poursuivis et condamnés indûment! Notre législation est incomplète sur ce point parce qu'elle ne précise pas, qu'elle ne donne pas l'étalon d'un lait marchand. Il est des laits qui, sans adultération aucune, ne conviennent pas pour la consommation et, à défaut de conventions légales, toute poursuite devient injuste dans ce cas, lorsqu'il n'a pas été établi de comparaison entre le lait suspect et celui pris directement à la vache.

La proportion de caséine peut varier de 3 à 5,75 °/₀, celle du beurre de 2,75 à 5,10 °/₀, celle du sucre de 3 à 6 °/₀. Ces variations sont autant dues aux aptitudes individuelles du sujet qu'aux conditions extérieures, lorsque les animaux sont à l'état de santé parfaite. Fleischman, qui a analysé deux cents échantillons de lait de vaches de races différentes, donne la composition moyenne suivante : eau 87,85 °/₀, graisse 3,60, caséine et albumine 3,60 °/₀, sucre de lait 4,6 °/₀. Autant d'animaux, autant de laits différents ; une même vache jerseyaise, du 9 avril 1897 au 26 du même mois donna du lait dont la teneur en matière grasse oscilla entre 5,79 °/₀ et 5, toutes conditions restant les mêmes, le sucre de lait varia de 5,55 et 5,22, la caséine alla de 3,47 à 3,61. Du 19 avril 1897 au 5 juillet, le plus grand écart fut pour le sucre de lait de 5,01 le 3 juillet, pour 5,55 le 21 avril ; la matière grasse tomba à 4,82 le 29 juin et de 6,24 le 1er mai retomba le lendemain à 4,61. Le minimum de caséine, 3,47 °/₀, fut obtenu le 21 avril

Digitized by Google

et le maximum, 4,31, le 30 juin alors que le 28 le rendement n'était que de 4,01 %. Les variations sont donc fréquentes et soumises à des causes jusqu'ici inconnues.

La vache laitière est une machine à transformation et comme toute machine industrielle, les produits qu'elle fabrique sont en raison du perfectionnement de cette machine, toutes choses étant égales d'ailleurs. De là, la nécessité de faire une sélection dans le troupeau laitier pour ne conserver que des sujets à hauts rendements, ne présentant que le minimum de variations dans leurs manifestations industrielles.

On a très souvent attribué une importance capitale à la nature de l'alimentation, confondant ainsi les aliments proprement dits avec la ration consommée. Il est évident que, si à une bonne machine, à une machine irréprochable on ne donne que des matières premières de qualité inférieure ou une quantité insuffisante de ces matières, seraient-elles de qualité extra, on n'aura jamais les rendements maximum dont cette machine est capable. La machine ne crée rien : par l'équilibre parfait de ses différents organes elle est à même de tirer le meilleur parti possible des matériaux qu'elle doit transformer ; mais elle n'exerce aucune action directe sur ces matériaux. Il en est de même des vaches laitières qui tiennent leur puissance économique de leur valeur spécifique individuelle et si dans la pratique, comme dans certaines expériences, il semble qu'on soit arrivé à mettre en relief la supériorité de tel aliment sur tel ou tel autre, cela tient à ce que la ration avec laquelle on établissait la comparaison était insuffisante quant à sa teneur en principes immédiats, ou qu'elle était mal équilibrée. Mais lorsqu'on conserve à la ration sa même valeur alimentaire, c'est-à-dire son même rendement en glycose, tout en maintenant les matières azotées à un niveau correspondant au maxi-

Digitized by Google

mum de caséine qui peut être obtenu, aucun changement ne survient dans les proportions des principes constituants du lait, pour une même période de la lactation. Nous avons reconnu que les matières grasses des aliments étaient directement assimilables ; mais elles n'ont aucune influence sur la proportion de matière grasse contenue dans le lait. Une ration bien balancée, d'après les principes déjà posés, ne contenant pas de matière grasse, donnera les mêmes résultats qu'une autre qui en contiendra. En un mot, tous les principes immédiats des fourrages contribuent à la production de la matière grasse du lait et à celle des hydrates de carbone ; aucun ne jouit de facultés spéciales, spécifiques. Nous aurons à nous occuper plus tard de la qualité des produits.

De ce qui précède on peut se rendre compte des difficultés qu'on a à surmonter pour faire un bon rationnement pour la production du lait. Il serait indispensable de connaître exactement la capacité laitière et beurrière de chaque sujet, et chacun d'eux devrait recevoir la ration qui lui convient. Ce serait là un moyen peu pratique dans un troupeau. Il suffit de connaître le rendement moyen de tout le troupeau pour régler une ration convenable, ce qu'on perd d'un côté on le gagne de l'autre.

Nous avons vu que pour l'engraissement les produits du dédoublement des albuminoïdes se reconstituent immédiatement pour former les principes azotés du corps de l'animal ; il ne saurait y avoir d'exception à cette règle, la caséine est le résultat de la synthèse des produits cristallisables résultant du métabolisme de la substance protéïque. (Voir pages 163 et 164.)

Digitized by Google

$9\ C^6H^{13}AZO^2$	= 1179			
$C^9H^{11}AZO^3$	181			
$C^3H^7AZO^2$	89	$2\ C^{36}H^{57}AZ^9O^{11}$ caséine	=	1582
$2\ C^2H^5AZO^2$	150	$24\ 1/2\ H^2O$		441
CH^4AZ^2	58	$6\ CO^2$		264
$C^4H^7AZO^4$	133	C^6H^2		26
$C^5H^9AZO^4$	147			2313
$23\ 1/2\ O$	376			
	2313			

Nous pouvons donc écrire :

		$3\ C^{36}H^{57}AZ^9O^{11}$	=	2373
		$31\ 1/2\ COAZ^2H^4$		1890
$5\ C^{72}H^{112}O^{22}AZ^{18}S$	= 8060	$2\ C^{54}H^{104}O^6$		1696 } 2580
$+\ 53\ 1/2\ H^2O$	963	$C^{57}H^{104}O^6$		884 }
$+\ 26,\ O$	416	$2\ C^{12}H^{24}O^{12}$		720
	9439	$31\ 1/2\ CO^2$		1836
		$5\ SO^4H^2$		490
				9439

Nous savons, d'après un théorème de thermochimie, que, lorsqu'un principe se dédouble en deux autres substances ou un plus grand nombre, la chaleur dégagée ou absorbée est égale à la différence entre la chaleur de formation des produits et celle du principe initial.

La chaleur totale de formation des produits résultant du dédoublement de la matière albuminoïde est de 10633,9995 calories ; la chaleur de formation de cinq molécules de fibrine végétale n'est que de 7818,2 calories.

Nous n'avons pas ici, comme pour la formation de la viande, à tenir compte de la chaleur de formation des principes immédiats des fourrages ; la chaleur de

Digitized by Google

formation des différents principes protéïques est tellement voisine de celle de la caséine qu'elle est négligeable dans la pratique. La chaleur de formation des matières grasses, quelles qu'elles soient, est pour ainsi dire constante, on peut donc tirer de l'équation ci-contre que 1 gramme d'albumine donne 0 gr. 32 de matière grasse du lait et 0,0893 de sucre. Pour que le dédoublement de la matière protéïque puisse se faire dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la ration contienne un minimum de 0 gr. 1194 d'eau par gramme de matière protéïque de cette ration.

Les laits riches en lacto-protéïne, c'est-à-dire en caséine soluble, proviennent d'une alimentation trop aqueuse. Cela n'a d'importance que pour la fabrication des fromages ; car un excès d'eau semble être sans influence sur le rendement total de la matière grasse, eu égard aux aptitudes individuelles du sujet. Il ne faut pas trop compter sur l'eau des boissons, et lorsqu'on fera consommer des grains ou des farines, il sera d'une bonne pratique de les saturer d'eau par un trempage préalable.

L'équation fait ressortir un fait qui, jusqu'ici, semble être resté inaperçu, ou du moins auquel on n'avait pas prêté une attention suffisante. Lorsqu'on veut établir une ration pour la production du lait, on se reporte actuellement aux normes des Allemands ; on ne voit que les produits à obtenir, sans se préoccuper du travail nécessaire pour *manufacturer* ces produits. La mamelle est une sorte d'usine annexe qui fonctionne par intermittence et qui, pendant la période de travail, consomme une somme d'énergie considérable. Du reste, il n'est pas douteux que le travail des glandes comporte la production locale d'un excès de chaleur lié à un excès corrélatif des combustions. Si donc on ne tient compte que des principes immédiats qui doivent

Digitized by Google

être contenus dans le lait par rapport à ceux contenus dans les fourrages consommés, on commet une erreur en moins préjudiciable à l'entreprise et à la santé, ou tout au moins à l'avenir des animaux. On peut bien obtenir un rendement en matières grasses relativement élevé eu égard aux aliments consommés, mais c'est au détriment de l'état général de l'animal. C'est ainsi qu'on dit, lorsqu'une laitière est fatiguée par la lactation, qu'elle s'en va toute en lait. C'est là une expression vulgaire qui signifie réellement que, les matières énergitiques consommées étant insuffisantes, l'animal emprunte à ses propres réserves l'énergie qu'il ne trouve pas dans les aliments venant de l'extérieur. Ce serait donc à tort aussi qu'on ferait reposer le rationnement d'une vache laitière exclusivement sur le coefficient oxygéné normal. Nous avons cherché longtemps, et nous avons éprouvé les plus grandes difficultés pour évaluer la somme d'énergie consommée par la mamelle en activité. Au point de vue pratique, il était indispensable d'établir une relation avec un des éléments du lait facile à mesurer ; nous avons donc pris la matière grasse pour terme de comparaison, et encore cette relation ne saurait être stable. On peut être trompé par les aptitudes individuelles, car le rapport des matières grasses provenant des matières protéïques à celui de celles provenant des matières hydro-carbonées n'est pas constant ; il est des sujets qui *travaillent* une plus grande somme de matières ternaires que d'autres, tout en extrayant, si on peut s'exprimer ainsi, toute la matière grasse que peut donner la protéïne. On peut cependant évaluer de 14 calories 7694 à 18 calories 8714 la somme d'énergie dépensée pour la production de un gramme de matière grasse, ce qui se traduit par une consommation de plus de 3 litres 076 à 3 litres 93 d'O ; le coefficient

Digitized by Google

moyen, 3,75, répond à la majorité des cas, et c'est celui auquel nous nous sommes arrêté.

Pour l'intelligence de l'analyse que nous allons faire de quelques rations, il est nécessaire de rappeler que le coefficient moyen d'oxygène est, pour les bovins, de 5 litres 28 ; que 0 lit. 746 d'oxygène sont nécessaires pour brûler un gramme de glycose, et que 1 kilogramme de glycose ne donne que 3°/₀ de matière grasse.

Si les bases que nous posons sont exactes, elles doivent être applicables à toutes les rations bien comprises, et qui ont été établies en vue d'une expérience où les analyses ont été régulièrement faites. Nous prendrons nos exemples dans les rations qui ont servi à MM. Jenter et Fuller, de la station de Geneva (E. U.), pour essayer de déterminer l'origine des matières grasses du lait. Tous les rendements sont donnés en grammes, seuls les poids des animaux sont indiqués en livres de 453 gr. 6.

1° Vache jerseyaise, résultat des analyses du 19 au 26 avril 1897 :

Recettes.

Protéine totale : 5397,84.
Hydrates de carbone : 34577,928.
Matières grasses : 1397,088.
Poids initial : 393 kil. 7248.
Poids final : 389 kilogr. 188.
Consommation d'oxygène : 14552,069.
Rendement total de la ration en glycose : 39420,5835.

Production et dépenses.

m. g. 3046,3 dont
1727,3 de la protéine
1319,0 des hydrates de carbone = 3564,85 glycose.
Sucre 3251,453 dont
482,027 de la protéine
et 2769,426 des hydrates de carbone = 2796,426 glycose.
A reporter..... 6361,276 glycose.

Digitized by Google

Report.....	6361,276 glycose.
Consommation normale.....	19506,79 glycose.
Energie consommée.....	15313,17 glycose.
Total.....	41181,236

Il y a donc dans la ration un déficit de 1,760 gr. 4165 de glycose, équivalant à 651 gr. 3541 de m. g. qui ont dû être pris dans l'organisme et qui représentent, d'après le rendement en glycose, 1,096 gr. 981 d'énergitique qui auraient suffi. Ce qui explique la diminution de poids.

2° La même vache, du 3 mai au 11 mai 1897 :

Consommation.

Protéïne : 5152,896.
MNA : 40061,952.
m. g. : 181,44.
Poids initial : 393 kilogr. 271.
Poids final : 394 kilogr. 632.
Consommation en O : 16611,768.
Rendement en glycose : 43358,7161.

Dépenses et production.

Consommation individuelle.....			22265,374 glycose.
m. g.	2676,7	dont	
	1648,927	de la protéïne	
et	1027,773	des hydrates de carbone, soit.....	2777,764 glycose.
Sucre	459,153	de la protéïne	
et	2401,094	du glycose	2401,094
	2860,247		
Energie consommée.....			13440,35
Total.....			40884,582

Digitized by Google

La ration contient donc 2,474 gr. 341 de glycose de plus qu'il n'en serait nécessaire pour la production du lait. Si les bases que nous posons sont exactes, il faut que notre théorie de la formation de la viande trouve ici son application. Pendant cette période, l'animal a augmenté de 1 kilogr. 361 ; d'après le tableau d'accroissement à l'engraissement, il y aurait eu fixation de 104 gr. 797 de matière azotée animale, qui ont nécessité 123 gr. 995 de protéïne végétale, il ne reste donc plus pour la production du lait que 5028,901 de matières azotées, qui donneront 1609,248 de *m. g.* du lait et 1067,452 proviendront des hydrates de carbone ou de 2,885 gr. de glycose. La protéïne ne donnera plus que 449,0801 de sucre, la différence, 2411,166, sera due à un poids égal de glycose. Mais l'augmentation de poids a eu pour conséquence la fixation de 900,982 de graisse, dont 16,199 viennent de la protéïne fixée et 884,783 de 2391 de glycose. La consommation totale de glycose est donc de 43392,890. Il n'y a plus qu'une différence de 34 gr. 174.

3° Du 30 janvier au 7 février 1901, une vache shorthon servit aux mêmes recherches, et nous donnons cet exemple pour faire comprendre que la durée des observations est quelquefois trop courte pour tirer une conclusion.

Recettes.

MA : 8161,3.
MNA : 53358,2.
m. g. : 180,3.
Poids : 544 kilogr. 31.
O consommé : 20117,6976.
Rendement en glycose : 57650,348

Digitized by Google

Dépenses et production.

			Glycose.
Dépense individuelle			26967,4
m. g.	4003,4	dont	
	2611,616	de la protéine	
et	1391,784	de MNA ou de	3761,57
sucre de lait	5815,3585	dont	
	728,805	de la protéine	
	5086,5535	de MNA ou de	5086,5535
Energie consommée			20124,32
			55939,8435

Il y a donc entre la consommation totale et le rendement des substances non azotées de la ration une différence de 1710,505 de glycose, équivalant à 632 gr. environ de matière grasse qui aurait été fixée. On ne peut guère tabler sur d'aussi faibles augmentations de poids qui ne sont pas toujours sensibles à la bascule. Mais si nous prenons le même animal pendant toute la période du 30 janvier au 16 février, comprenant 17 jours, pendant laquelle il a reçu la même ration, nous avons alors :

Recettes.

MA : 19823,3.
MNA : 129584,2.
m. g. : 437,869.
Poids initial : 544,3.
O consommé : 48,857 litres 2658.
Rendement en glycose : 140007,974.

Digitized by Google

Production et dépenses.

			Glycose.
Consommation individuelle.....			65492,30
m. g. du lait	9388	dont	
	6343,4	de MA	
et	3044,6	de MNA ou.....	8228,64
sucre de lait	13389,755	dont	
	1770,220	de MA	
et	11619,535	de MNA ou.....	11619,535
Energie pour la production du lait.....			47191,68
			132532,155

Il y a donc 7475,819 de glycose en faveur de la ration qui sont susceptibles de produire 2756 gr. 053 de matière grasse correspondant à une augmentation de poids de 4 kilogr. 178. Cette vache avait augmenté de 1 kilogr. 564 et par conséquent avait fixé 1,035 gr. 368 de matière grasse. Il reste donc 1,730 gr. 685 de matière grasse dont nous ne trouvons pas l'emploi, soit 100 grammes par jour ou 270 grammes de glycose. Cette erreur se trouve bien dans les limites acceptables.

4° Vache jerseyaise, du 30 janvier au 27 février 1901 :

Recettes.

MA : 22580.
MNA : 169247,96.
m. g. : 8131,48.
Poids initial : 397 kilogr. 70.
Consommation d'O : 58796,024.
Rendement en glycose : 195032,239.

Digitized by Google

Production et dépenses.

			Glycose.
Consommation individuelle.....			78949,21
m. g. du lait	13811	dont	
	7225,6	de MA	
et	6585,4	de MNA ou.....	17798,37
sucre de lait	15246,926	dont	
	2016,394	de MA	
et	13230,532	de MNA ou	13230,532
Energie pour la production du lait.....			69425,26
			179403,372

Il y a donc en faveur de la ration une différence de 15628,867 de glycose, correspondant à 5,782 gr. 680 de matière grasse. Pendant cette période, cette vache augmenta de 18 livres anglaises ou de 8 kil. 1648 ; elle dut donc fixer 5,405 gr. 976 de matière grasse. Il nous reste donc 377 gr. 583 de matière grasse de la ration ou l'équivalent en glycose, dont nous n'avons pas l'emploi. Mais l'augmentation de poids correspond à la fixation de 628,5796 de matière azotée animale qui nécessitent 743,902 de matière azotée végétale, il n'en reste donc plus que 21836,098 pour la production du lait qui donneront 6987,55 de matière grasse au lieu de 7225,6 et 6823,45 dériveront de 18441,76 de glycose. 1949,963 de sucre seront produits par la matière protéïque de la ration, et 13296,963 par un poids égal de glycose. La dépense totale sera donc de 180113,193, et l'excédent de 118 gr. 771 de matière grasse fixée ou supposée telle. Ce chiffre n'est-il pas dans les limites des erreurs probables et possibles de l'analyse ? Ne peut-il pas aussi être la conséquence des différences d'aptitudes individuelles ?

Digitized by Google

Nous admettons que l'augmentation de poids de l'animal est toujours suivi de la fixation d'une certaine proportion de matière azotée animale, car l'engraissement adipeux proprement dit n'a lieu que dans les derniers stades de l'opération. Mais admettons que nous n'ayons eu dans tous ces cas que fixation de matière grasse ; dans aucun la matière grasse de la ration n'aurait suffi pour justifier l'augmentation de poids et la consommation en glycose aurait été plus élevée encore, car 1 kilogramme ne donne que 370 de *m. g.* La répartition de l'utilisation de la matière hydro-carbonée ne serait pas modifiée quand même. Dire que pour 1,000 kilogrammes de poids vivant il faut pour une laitière en activité une somme de principes azotés et ternaires déterminée à l'avance, c'est nier les aptitudes individuelles et admettre l'uniformité dans la composition du liquide sécrété par la mamelle. Jordan et Jenter ont conclu de leurs expériences de 1897, expériences confirmées en 1901 avec la collaboration de Fuller, que le lait sécrété tandis que les principes gras étaient extraits de la ration eut la même composition que celui sécrété alors que les animaux recevaient une ration normale. Il y eut pendant quelques jours, disent-ils, une diminution dans la proportion des matières solides du lait, mais, au bout de très peu de temps, le lait devint aussi riche qu'avant. Ils considèrent la protéïne des aliments comme ayant seulement des propriétés stimulantes pour les fonctions de la mamelle.

Pour nous, les matières grasses du lait dérivent à la fois des matières azotées et des matières hydro-carbonées. Les premières n'entraînent aucune modification dans la composition générale du lait, il y a intérêt pour le nourrisseur à se rendre compte des avantages qu'il peut avoir à donner des rations plus

Digitized by Google

ou moins riches en matière azotée, c'est-à-dire à connaître si le supplément relativement faible de matière grasse contenue dans le lait compensera la plus-value des aliments consommés. Il est incontestable que l'état physiologique, comme l'état de santé du sujet, a une influence sur la qualité et sur la quantité des produits. Une laitière dans le marasme ne sera pas comparable à une autre de même race ayant les mêmes qualités individuelles qui se trouvera en meilleur état ; la condition la meilleure dans laquelle on puisse se placer, c'est d'obtenir un équilibre de nutrition azotée, correspondant à 1 de matière protéïque pour 6 ou 6,5 de matières hydro-carbonées. C'est dans cette entreprise de la production du lait qu'il faut s'efforcer d'obtenir un équilibre stable de nutrition, sans augmentation ni diminution de poids, surtout pendant la période de grande lactation, à mesure que les rendements diminuent. On pourra, si on le désire, obtenir un équilibre azoté plus élevé afin de préparer l'animal à la vente ; mais, nous le répétons, pendant toute la période de la lactation abondante, il faut s'efforcer d'obtenir la constance du poids.

Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de formuler une règle pour calculer une ration laitière, les proportions de matières grasses provenant des matières azotées n'étant pas constantes et variant même avec chaque sujet, selon les rations. Le mieux est de vérifier la ration qu'on croit justifiée par l'expérience, en la décomposant comme nous l'avons fait ; après avoir bien dosé la matière grasse du lait, dosage qui devrait être une moyenne de quatre à cinq jours, on établira approximativement la teneur en sucre en admettant qu'il en existe 5 °/₀ en poids, ou bien en établissant un rapport d'après les moyennes de Fleis-

Digitized by Google

chman, $\frac{3,6}{4,6}$ %, le numérateur représentant la matière grasse et le dénominateur le sucre. S'il est permis d'avoir une analyse complète de laboratoire, on aura de plus sérieuses garanties et le rationnement ne sera que meilleur.

Avec le public, la plupart des chimistes agricoles admettent que le pourcentage de la matière grasse peut être altéré en changeant la ration. Quelques-unes des expériences les plus récentes, notamment celles faites en Connecticut, à la station expérimentale de Stows, de 1892 à 1905, semblent confirmer cette opinion qu'en augmentant la quantité de protéïne dans la ration on augmente la quantité de matières grasses du lait. De semblables observations ont été faites dans d'autres stations américaines, et le Dr Crowther, de Leeds, a tiré les mêmes conclusions. Mais aucun de ces expérimentateurs n'a tenu compte de l'énergie nécessaire pour la production du lait, et les vaches n'avaient pas été préalablement étalonées pour connaître leur capacité beurrière. Une analyse des expériences les plus importantes qui ont été faites dans les dix dernières années conduit à cette conclusion : que si les animaux sont bien logés, bien surveillés et ont une ration qui les tient en bonne condition, le passage d'une ration à une autre également convenable n'aura qu'un effet peu marqué ou cet effet ne sera pas permanent. Si au contraire les animaux ont une ration insuffisante, que la somme d'énergie nécessaire ne soit pas assurée, que l'aération soit insuffisante ou même que la nourriture soit trop aqueuse, il est certain qu'on modifiera la teneur en matière grasse en modifiant la ration et même en modifiant les conditions d'habitation.

On est peu fixé sur l'action de certains aliments sur la composition de la matière grasse. Le grain de maïs

Digitized by Google

paraît donner un beurre dur peu malléable ; mais, lorsque ce grain est mélangé avec des tourteaux, la quantité d'oléïne contenue dans le beurre semble s'élever ; la betterave donnerait un beurre plus mou que les turneps et les rutabagas ; ces deux dernières racines communiquent une saveur spéciale au beurre que la pasteurisation de la crème peut empêcher de se produire.

Les vaches au pâturage donnent un beurre plus riche en oléïne que lorsqu'elles sont nourries à l'étable. Ce sont là des points encore obscurs qui demandent à mieux être étudiés.

De quelques fourrages pour la production du lait. — Existe-t-il des fourrages ou des aliments capables d'augmenter la production du lait ? — Non. Car il ne faut pas confondre les substances alimentaires avec certaines semences chaudes, ou certaines plantes aromatiques qui jouissent en effet de la propriété d'exciter la sécrétion lactée, dont l'usage ne saurait être prolongé sans inconvénient pour la santé des animaux.

C'est la ration, toutes choses étant égales d'ailleurs, qui est le pivot de l'entreprise. Il est des fourrages qui, par leur composition et leurs propriétés organoleptiques, rendent la ration plus profitable et font que les résultats économiques sont meilleurs.

L'analyse que nous avons faite de quelques rations permet d'observer que le coefficient oxygéné se trouve presque doublé par la dépense d'énergie nécessaire pour la production des principes du lait. On peut s'expliquer ainsi l'importance qu'il y a à observer les règles d'hygiène dictées par l'observation journalière, et dans l'espèce on pourrait presque considérer l'air ambiant comme un complément nécessaire et indispensable de la ration. Les étables doivent donc être

Digitized by Google

largement aérées et tenues à une température convenable par une ventilation bien conduite et au besoin par des arrosages copieux en été. C'est là une des conditions essentielles pour que la ration produise tout son effet. Si une ration établie d'après les règles posées, quelle que soit la nature des fourrages qui la composent, n'a aucune influence sur la composition du lait, il n'en est pas de même quant à la qualité. Il est des aliments dont la saveur fait presque immédiatement sentir ses effets, cela parce que la mamelle est une glande excrémentitielle qui, lorsqu'elle fonctionne, rejette au dehors les produits inutiles pour l'organisme, soit qu'ils proviennent de l'extérieur, soit qu'ils aient pris naissance pendant l'accomplissement de diverses fonctions. C'est du reste sur cette propriété que repose la production des laits médicamenteux, question qui n'est pas de notre domaine.

Une alimentation qui conviendra pour la production du lait de consommation peut être insuffisante pour la production du beurre ; dans le premier cas c'est la quantité de liquide qu'on recherche avec un minimum de richesse compatible avec les règlements qui gèrent la matière, dans le second la richesse doit ou devrait être portée au maximum.

Les matières grasses qui composent le beurre diffèrent les unes des autres par leur point de fusion ; la proportion de chacune peut être influencée par la nature de l'alimentation. De là une plus ou moins grande facilité de baratage et la différence qui existe entre la qualité du beurre de même provenance aux différentes saisons. L'apparence et la saveur du lait sont aussi influencées par certains fourrages trop aqueux. Personne ne se soucie d'acheter un lait pâle bleuâtre ayant une saveur amère ou rappelant celle des choux.

Digitized by Google

Le foin est trop souvent considéré par le nourrisseur ou le fermier comme une entité et par conséquent comme ayant toujours la même composition et les mêmes propriétés organoleptiques. Il y a foin et foin, comme il y a lait et lait ; deux foins de couleur marchande exempts de moisissures peuvent différer sensiblement si on les considère comme devant entrer dans la ration d'une vache laitière. Il est vrai cependant que l'influence de ce fourrage sur la qualité du lait est bien moins marquée que celle qu'exercent certaines plantes de la famille des crucifères.

Les espèces qui composent le foin ne jouissent pas toutes des mêmes propriétés : les unes sont astringentes, d'autres sont laxatives, d'autres sont dures et insipides, il en est enfin qui sont molles ou appétissantes. La qualité du foin doit être appréciée autant par les caractères des plantes qui le composent que par le traitement qu'il a subi au moment de sa préparation. S'il a été bien traité, le foin où domine la fléole des prés, le vulpin des prés, le ray-grass, la flowe odorante, le fromental, assaisonné de quelques pissenlits et mélangé de plantes légumineuses, peut être considéré comme étant des meilleurs pour la production du lait. Celui qui, au contraire, contient beaucoup de crételle, de dactyle, d'avoine tubéreuse est généralement peu nutritif comme tous les foins composés d'espèces à maturité tardive, ce qui indique qu'ils ont été coupés alors que les meilleures espèces avaient passé fleur.

La température à laquelle le foin a été porté dans la meule pendant la fermentation donne quelquefois du foin aigre ; un changement soudain d'un lot d'un bon foin à lait à une meule fermentée peut causer des troubles intestinaux, l'effet se fait sentir le lendemain par un abaissement dans le rendement.

Digitized by Google

Généralement le volume de la ration est obtenu avec du foin seul, quelquefois aussi avec un mélange de foin et de paille entière ou hachée ; ce mélange est de rigueur dans les proportions de 2 de foin pour 1 de paille lorsqu'on fait consommer du foin de légumineuses, les raisons en ont été déjà données. L'attention doit aussi se porter sur la paille, qui doit être exempte de moisissures et d'odeur. Nous ne savons trop pourquoi, dans certains milieux, il existe un préjugé contre la paille d'avoine ; c'est certainement une des meilleures, sinon la meilleure, elle est très fourragère, propriété qu'elle doit à ce que habituellement elle est coupée avant la complète maturité de la plante. Les uns lui attribuent les cas d'avortement, d'autres lui reprochent sans raison de faire perdre le lait. Est-ce bien la paille qui est responsable ou son état de conservation ?

Dans les années de disette on a tout intérêt à trouver des substituants du foin. C'est là chose fort difficile, un bon foin ne se remplace jamais. Il est cependant possible de faire entrer la paille dans la ration, en se rappelant toutefois que O'Kellner a démontré qu'elle ne fournissait rien à l'organisme et que c'était à peine si elle se suffisait à elle-même pour les travaux que comporte sa digestion. Elle n'est plus alors qu'un aliment de lest, et, afin de la rendre plus utile, il faut avoir le soin de la hacher et de la faire macérer avec un peu d'eau alcaline ou acidulée avec un filet d'acide chlorhydrique pour la rendre plus digestible. On peut aussi la mélanger avec des farineux ; un bon mélange consiste pour 5 kilogr. de paille à verser dessus 10 à 12 grammes de graine de lin bien bouillie, 2 litres de farine d'avoine ou 1 litre de farine de fèves, 500 gr. de tourteau de lin ; on sale, on brasse bien le tout et on laisse macérer le soir pour le matin, le matin pour le

Digitized by Google

soir. Les balles sont aussi nourrissantes que le foin, c'est à tort que souvent on les brûle ou qu'on les laisse perdre.

On peut aussi arroser la paille avec de l'eau mélassée; mais aujourd'hui on trouve dans le commerce, sous des noms différents, des substances fourragères bien préparées qui ont peut-être le tort d'être encore d'un prix un peu élevé. Nous n'accordons aucune propriété spéciale au sucre, mais par sa digestion facile, par la rapidité relative avec laquelle il passe à l'état de glycose par simple hydratation, il devient immédiatement une source de production de matière grasse et d'énergie nécessaire pour son élaboration qu'on a pu croire un moment qu'il agissait par lui-même, alors qu'en réalité son action n'est due qu'à la forme assimilable sous laquelle il se présente.

Le Dr O'Kellner a démontré, à la station de Mockern, que la pulpe de paille, préparée par les fabricants de papier, était presque aussi digestible que la mélasse; il y a là une ressource nouvelle qui, additionnée d'aliments concentrés, pourra être utilisée dans les années de disette pour assurer le volume de la ration. L'amidon ayant le coefficient 100, la mélasse a 97 et la pulpe de paille 96.

Parmi les aliments aqueux, les navets et les choux sont discrédités à cause de la saveur particulière qu'ils communiquent au lait. Leur effet n'est cependant pas constant, il est des moments où ils sont consommés sans qu'on puisse retrouver le moindre indice à la dégustation du lait ; il semble qu'une cause encore indéterminée exerce une certaine influence. Un moyen simple et facile d'éviter que le lait prenne un goût de chou ou de rave, c'est de faire consommer ces fourrages immédiatement après la traite. La pasteurisation de la crème suffit pour rendre le beurre indemne. Les

Digitized by Google

choux fourragers seraient avantageusement remplacés par le chou de Milan à grosses côtes, qui résiste très bien au froid et qui, si on a la précaution d'enlever les feuilles extérieures, n'a aucune action sur la qualité du lait.

Les betteraves sont, avec les carottes, les meilleures racines pour la production du lait ; toutes les qualités alimentaires des premières n'apparaissent que lorsque la consommation est à peu près terminée. Il faudrait, pour en tirer tout le profit, pouvoir les conserver jusque vers le 1er avril, alors elles sont arrivées à l'état de maturité complète, sont débarrassées de leurs nitrates et sont plus riches que jamais en albuminoïdes, tandis qu'une partie de l'amidon s'est transformée en sucre. Les carottes, principalement les variétés blanches, sont supérieures à toutes les racines pour la production du beurre : elles produisent une crème d'un baratage facile; d'après certains beurriers étrangers, le rendement obtenu en beurre serait de 10 °/₀ supérieur à celui qu'on peut obtenir avec toute autre racine.

Parmi les fourrages verts, nous recommandons les pois fourragers, beaucoup trop négligés et qui cependant offrent de grandes ressources et donnent de la qualité au lait et au beurre ; on peut même les transformer en foin.

Les drèches peuvent être comprises parmi les aliments aqueux et conviennent surtout pour la production du lait destiné à la consommation. On leur reproche de produire un lait pauvre ayant une tendance à passer au bleu. C'est là une question de doses, et elles devraient toujours être mélangées avec des aliments concentrés tels que tourteaux d'arachides, de sésame ou farine de fèves ou de pois ; la dose ne doit jamais dépasser 10 à 15 kilogrammes par jour,

Digitized by Google

selon la taille de la vache, et leur consommation ne doit être commencée qu'un mois après le vêlage.

Aliments concentrés. — Parmi les aliments concentrés qui conviennent pour la production du lait, nous rappellerons les pois, les fèves, réduits en farine, la farine de maïs ; tous ces aliments contribuent à donner de la fermeté au beurre et doivent être servis saturés d'eau, soit qu'on les fasse macérer avec des racines coupées ou mieux écrasées, soit qu'on les laisse tremper pendant une heure ou deux. Les tourteaux d'arachides et de sésame sont ceux auxquels on doit donner la préférence, surtout si on vise à la qualité des produits ; le tourteau de coco ou cophra, qui absorbe une quantité d'eau égale à son propre poids, donne un beurre mou ; on retrouve dans le lait, après quelques jours de consommation, une saveur particulière qui n'est pas désagréable, mais qui cependant ne convient pas à tous.

Le tourteau de coton décortiqué a été beaucoup vanté ; mais, s'il convient comme aliment concentré pour le lait à livrer à la consommation, nous pensons qu'il est bon de s'abstenir pour la production du beurre ; dans le premier cas, il contrebalancera utilement les effets des aliments trop laxatifs, son emploi doit même être surveillé afin d'éviter la constipation ; il convient mieux avec le régime vert qu'avec le sec. Le beurre des vaches nourries avec du tourteau de coton donne la réaction de l'huile de coton, il suffit d'une faible quantité pour faire paraître cette réaction ; elle augmente si l'usage du tourteau est prolongé, mais ne dépasse pas une certaine limite et ne croît pas avec la quantité de tourteau ingéré. Les substances réagissantes passent dans le lait en moins de vingt-quatre heures et se retrouvent pendant plusieurs jours après

Digitized by Google

la cessation de l'emploi du tourteau. La réaction varie en intensité suivant les prédispositions de chaque animal. Le beurre provenant des vaches nourries avec le tourteau de coton a une réaction qui se rapporte à celle de la margarine et il est quelquefois impossible de le différencier de celui additionné d'huile de coton.

Les tourteaux de lin qui ne sont pas suffisamment épuisés, comme tous les aliments huileux du reste, donnent un beurre mou. Cela est facile à comprendre. Les matières grasses sont des agents inhibiteurs de la digestion, et principalement de l'estomac ; les matières protéïques et les matières hydro-carbonées sont les premières à être digérées, en dernier lieu viennent les matières grasses. Comme il n'y a pas de consommation de luxe, l'animal n'assimile des matières grasses que la somme qui lui est nécessaire pour combler le déficit résultant de l'assimilation des deux premiers principes immédiats, et l'excédent de matières grasses, saponifiées, divisées à l'infini sont rejetées au dehors par les émonctoires naturels, une partie avec les excréments solides, une partie par l'excrétion mammaire. Ce sont donc les tourteaux les plus épuisés qui doivent avoir la préférence. L'inconvénient ne semble pas aussi grand avec les semences qu'avec les déchets de la fabrication ; dans ces derniers, la matière grasse s'y trouve pour ainsi dire à l'état natif, ou tout au moins à l'état d'extraction, tandis que dans les semences elle est alliée avec la matière protéïque, qui favorise l'émulsion et la transformation en glycose. C'est la raison pour laquelle la graine de lin donnée modérément n'a pas les inconvénients du tourteau.

Nous avons dit un mot sur certains fourrages qui méritaient une mention spéciale, cela ne veut pas dire que nous excluons de l'alimentation des vaches laitières le maïs fourrage par exemple, le son dont les

Digitized by Google

qualités alimentaires nous paraissent aujourd'hui contestables depuis la vulgarisation des cylindres métalliques. L'observation des praticiens leur a montré quels sont les fourrages de culture courante qui sont les plus avantageux pour le milieu dans lequel ils exploitent ; ils devront se rappeler que tout aliment à odeur désagréable, à saveur amère ou piquante peut répercuter ses défauts sur les produits du lait. Il en est de même des eaux de boisson qui doivent être pures, limpides et données à satiété aux animaux laitiers, tout en évitant de trop fortes ingestions à la fois, qui entraîneraient des troubles digestifs.

Digitized by Google

L'AIR LIQUIDE

ESQUISSE DE L'HISTOIRE DE LA LIQUÉFACTION DES GAZ ET DE SES APPLICATIONS

Il y a près d'un siècle, en 1813, un jeune apprenti relieur, Faraday (1), entrait comme aide préparateur au laboratoire de Davy (2). Le grand savant anglais était à l'apogée de sa gloire scientifique. Faraday avait assisté à quelques-unes des conférences de Davy que tout Londres venait alors écouter. Curieux de savoir et séduit par ce maître qui possédait à un rare degré l'art d'enseigner, le jeune ouvrier demanda au savant de le mettre en état de quitter l'industrie pour se consacrer à la science. Ce fut un service de plus que Davy rendit à la science en accueillant favorablement la requête de son jeune auditeur. Au printemps de 1823, en effet, Faraday, après s'être essayé d'ailleurs à plusieurs recherches intéressantes, liquéfiait le chlore en chauffant de l'hydrate de chlore dans un tube scellé. A la température de 38° environ l'hydrate entra en fusion, le tube contenait alors deux liquides dont l'un d'aspect huileux n'était autre que du chlore liquide.

(1) Faraday, illustre physicien et chimiste anglais, né à Newington-Butts, près de Londres, en 1791, mort à Hamptoncourt, en 1867.

(2) Davy (sir Humphry), chimiste anglais, né à Penzance (Cornouailles), en 1778, mort à Genève (Suisse), en 1829.

Digitized by Google

Un habitué du laboratoire de Davy, le Dr Paris, ayant aperçu le liquide huileux pendant l'essai de Faraday, railla le jeune chimiste du peu de soin qu'il prenait à nettoyer ses appareils. Quand Faraday voulut ouvrir le tube en limant l'extrémité, une explosion se produisit, la matière huileuse disparut. Le Dr Paris reçut, le lendemain matin, ce petit mot de Faraday : « Cher Monsieur, cette huile que vous avez vue hier était décidément du chlore liquide. »

Le gaz s'était en effet liquéfié en enceinte close sous sa propre pression.

Ce n'était pas la première fois qu'on liquéfiait un gaz. Van Marum (1), vers 1790, en voulant vérifier la loi de Mariotte sur l'ammoniac, liquéfiait ce gaz par le seul effet de la pression. En 1799, Guyton de Morveau (2) obtenait le même gaz ammoniac à l'état liquide par un refroidissement énergique. Par abaissement de température également, Monge (3) et Clouet (4) liquéfiaient vers la même époque l'anhydride sulfureux.

Cependant, malgré le succès de ces diverses expériences, ce n'est qu'avec Faraday que la liquéfaction des gaz est poursuivie pour la première fois avec méthode et d'une manière systématique.

Lorsqu'un froid brusque se produit, la vapeur d'eau de l'atmosphère se condense, c'est la cause et l'explication du brouillard. C'est ainsi également qu'une carafe d'eau fraîche se recouvre de buée au sein d'un appartement chaud. L'air de l'appartement contient de

---

(1) Van Marum, physicien et chimiste, à Harlem (1799).

(2) Guyton de Morveau, chimiste français, né à Dijon en 1737, mort à Paris en 1816.

(3) Monge, géomètre et physicien français, né à Beaune en 1746, mort à Paris en 1818.

(4) Clouet, chimiste français, né à Singly, près Mézières, en 1751, mort en 1801.

Digitized by Google

la vapeur d'eau qui se dépose sur les parois plus froides de la carafe.

Par contre, sous l'ardeur des rayons solaires la surface des mers, des lacs, des cours d'eau est le siège d'une constante évaporation. C'est de là que provient l'humidité de l'air, c'est ainsi que s'alimentent les nuages. Un verre d'eau exposé au soleil durant les chaleurs de l'été a bientôt été mis à sec. En quelques jours, par suite d'une évaporation lente et continue, l'eau s'est vaporisée.

En est-il de même de tous les corps? Nous savons que les vapeurs éloignées des conditions de saturation se comportent comme des gaz. De là l'idée de considérer tous les gaz comme des vapeurs de liquides inconnus qui dans les conditions habituelles de température et de pression se trouvent très éloignées de la saturation. Gaz et vapeurs seraient alors deux expressions synonymes : tout gaz devant pouvoir se réduire en un liquide dont il est la vapeur.

C'est ainsi que Lavoisier (1) dès la fin du XVIIIe siècle pensait que, si la terre était transportée en des régions de l'espace extrêmement froides, l'air et les gaz les plus subtils se liquéfieraient et pourraient même présenter l'état solide ; par contre, les substances les plus réfractaires de notre globe se transformeraient en de subtiles vapeurs, si notre terre se trouvait portée à une température excessivement élevée (2).

La confirmation que ces prévisions ont reçue de la part de l'expérience montre la grande perspicacité de l'illustre chimiste. Toutefois ce n'est qu'au prix d'efforts considérables, longtemps stériles, et qu'en déployant la plus grande ingéniosité que les physiciens

(1) Lavoisier, illustre chimiste français, né et mort à Paris (1743-1794)
(2) Lavoisier, *Œuvres*, t. II, p. 267.

Digitized by Google

sont parvenus à liquéfier tous les gaz et à vérifier ainsi la justesse des idées de Lavoisier.

***

L'histoire de la liquéfaction des gaz constitue l'une des plus belles pages des annales de la physique expérimentale.

Je vais essayer d'esquisser devant vous, ce soir, dans ses traits principaux les progrès successifs de cette étude des gaz qui vient de nous conduire à une récente et des plus importantes conquêtes : *l'air liquide.*

Nous avons laissé Faraday liquéfiant en 1823 le chlore par simple pression en tube scellé. C'est par l'application de ce procédé que l'anhydride sulfureux, l'acide sulfhydrique, l'anhydride carbonique, l'oxyde de chlore, l'oxyde azoteux, le cyanogène, l'ammoniac, l'acide chlorhydrique furent successivement liquéfiés à la même époque par l'élève de Davy. Le tube scellé était courbé en forme de V renversé ; l'une des branches contenait le corps susceptible de dégager le gaz à étudier. Par un échauffement modéré le gaz se dégage et, s'accumulant alors dans la seconde branche du tube, il s'y liquéfie par pression.

Dans ce procédé, en définitive, c'est l'accroissement de pression qui produit la liquéfaction, la température de la branche froide du tube ayant été la plupart du temps celle du laboratoire, quelquefois celle de la glace fondante.

Désireux d'accroître encore la liste des gaz liquéfiés, Faraday reprit en 1845 de nouvelles expériences, au cours desquelles il fit subir aux gaz étudiés non seulement une pression considérable, mais en même temps un refroidissement énergique. La pression fut portée à 50 atmosphères et exceptionnellement à 118 atmos-

Digitized by Google

phères ; on abaissait la température à — 80° C par un mélange d'anhydride carbonique solide et d'éther, mélange préconisé par Thilorier et qui, soumis à une rapide évaporation dans le vide, fournissait la température la plus basse qu'on connut alors.

Grâce à ces moyens énergiques, Faraday put liquéfier la plupart des gaz connus à son époque. Seuls, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le bioxyde d'azote, l'oxyde de carbone et le formène résistèrent à ses efforts et conservèrent l'état gazeux à quelque traitement qu'on les soumît.

Les contemporains de Faraday et les divers physiciens qui, exploitant le champ d'étude qu'il avait ouvert, se livrèrent à la liquéfaction des gaz obtinrent en plus grande quantité les nouveaux liquides trouvés par Faraday, mais ils ne purent accroître d'un seul terme la liste des gaz liquéfiés par le savant anglais.

C'est ainsi que Thilorier (1835) construisit un appareil, véritable tube de Faraday, qui permit d'obtenir en grande quantité l'anhydride carbonique liquide. Natterer (1844) obtint des masses notables de protoxyde d'azote liquide. Bussy (1824), puis Drion et Loir, en produisant un froid intense par la rapide évaporation d'anhydride sulfureux liquide, obtinrent en grande quantité le chlore liquide, le cyanogène liquide et l'ammoniac liquéfié.

Mais, malgré les efforts de Natterer, qui soumit les gaz à des pressions de plus de 3,000 atmosphères, de Berthelot (1), qui, fort ingénieusement, en 1850, enfermait le gaz à liquéfier dans le tube d'un thermomètre à parois très résistantes et, faisant ensuite dilater le mercure par élévation de température, soumettait ainsi, sans danger, le gaz enfermé à d'énormes pres-

(1) Berthelot, chimiste français, né et mort à Paris (1827-1907).

Digitized by Google

sions ; malgré les refroidissements énergiques obtenus par Drion et Loir, qui généralisèrent leur mode de production des froids intenses par évaporation de gaz liquéfiés de plus en plus difficiles à obtenir, aucun des six gaz (H, O, Az, AzO, CO et CH^4) ayant résisté aux efforts de Faraday n'avait pu encore être liquéfié en 1877.

L'insuccès de ces nombreux efforts fit donner pendant assez longtemps le nom de *gaz permanents* aux six corps qu'on était impuissant à réduire en liquide quel que soit le traitement qu'on leur faisait subir. Qu'ils soient soumis, suivant la méthode même indiquée par Faraday,

à un énorme *accroissement de pression*,

à un *abaissement* considérable de *température*,

ou enfin à une *compression* et à un *refroidissement* énergiques *combinés*,

ils n'en demeuraient pas moins gazeux.

Devant l'impuissance réitérée de ces trois moyens de liquéfaction : compression, refroidissement, compression et refroidissement combinés, on pouvait se demander si la *permanence gazeuse* n'était pas la manière d'être de certains corps et si les vues de Lavoisier, que jusqu'alors l'expérience avait semblé confirmer, n'étaient pas inexactes.

***

En 1870, le physicien anglais Andrews (1) entreprit des recherches systématiques dans le but d'étudier la permanence gazeuse. Il se proposa non pas de liquéfier les gaz réputés alors permanents, mais d'indiquer la voie à suivre pour réaliser leur liquéfaction, si elle

(1) Andrews, physicien anglais, né à Belfort en 1813, mort en 1886.

Digitized by Google

était possible. Persuadé que la permanence gazeuse des six gaz jusqu'alors réfractaires à tout essai de liquéfaction n'était pas une propriété particulière à ces corps, il chercha à rendre permanent l'un des gaz aisément liquéfiables à son époque, afin de pouvoir étudier les conditions de cette permanence.

Sa remarquable recherche porta sur le gaz carbonique et ses expériences montrèrent qu'un gaz liquéfiable peut être rendu permanent.

L'anhydride carbonique à une température supérieure à 31° est un gaz permanent. A quelque pression qu'on le soumette alors, on ne peut espérer le liquéfier tant que sa température reste supérieure à 31°.

Généralisant cette observation, Andrews put énoncer la conclusion suivante :

Il existe pour tous les gaz une température, la température critique, au-dessus de laquelle le gaz ne peut être observé à l'état liquide quelle que soit sa pression.

Cette conclusion indique la voie à suivre pour arriver à la liquéfaction des six gaz permanents. Quelque basses qu'aient été en effet les températures auxquelles on a, jusqu'à Andrews, soumis ces gaz, ces températures restaient encore supérieures aux températures critiques de ces gaz permanents et c'est pourquoi les efforts tentés pour les liquéfier par pression à ces basses températures restèrent vains. Il faut donc trouver le moyen d'abaisser encore plus la température.

On ne devait solutionner le problème qu'autant qu'on saurait abaisser la température de ces gaz au-dessous de leur température critique respective. D'après les efforts infructueux de Drion et Loir, ces températures critiques doivent être excessivement basses, puisqu'on ne paraissait pas pouvoir les atteindre même en fai-

Digitized by Google

sant évaporer rapidement dans le vide celui qui parmi les gaz alors liquéfiés bout à la plus basse température.

Il restait donc après les travaux d'Andrews un pas à faire, une difficulté à vaincre. Il fallait découvrir le moyen de produire des températures plus basses encore que toutes celles réalisées jusqu'alors.

C'est à M. Cailletet (1) que revient l'honneur d'avoir indiqué ce moyen et, par sa mise en œuvre, d'avoir le premier liquéfié l'un après l'autre les six gaz permanents, puis l'air, qui n'est qu'un mélange de deux d'entre eux, l'oxygène et l'azote. — Ce moyen, extrêmement simple, qui n'est autre que la *détente*, est devenu aujourd'hui de pratique courante et les physiciens doivent à M. Cailletet de pouvoir produire des températures assez basses non seulement pour liquéfier les gaz réputés permanents, mais même pour solidifier la plupart des nouveaux fluides obtenus.

Le principe sur lequel repose le froid produit par la détente n'est autre qu'un cas particulier de la transformation de l'énergie de la forme calorifique à la forme mécanique.

Comprimez brusquement un gaz, il s'échauffe ; l'ancienne et classique expérience du briquet à air prouve ce fait, qui d'ailleurs nous est journellement démontré par la manœuvre de nos pompes de bicyclettes.

Par contre, détendez brusquement un gaz comprimé : il se refroidit. Le travail produit par la détente brusque du gaz trouve sa source dans la disparition d'une certaine quantité de chaleur qui, empruntée au gaz lui-même, en abaisse la température. Et cet abaissement de température est très notable ; la théorie et le

(1) Cailletet, physicien et industriel français, né à Châtillon-sur-Seine en 1832.

Digitized by Google

calcul indiquent en effet qu'un gaz pris à 0° et comprimé à 300 atmosphères, détendu brusquement à 10 atmosphères, atteint la température de — 172°.

Pour mettre en œuvre la détente, M. Cailletet maintient le gaz à liquéfier, préalablement comprimé à 300 atmosphères, à la température la plus basse que l'on puisse produire au moyen d'un bain dans lequel plonge le tube qui contient le gaz. Si alors on produit *brusquement la détente* du gaz, une partie du gaz revient à la pression ordinaire en empruntant pour cette transformation à la partie restante de gaz assez de chaleur pour que cette partie restante se trouve refroidie à une température inférieure à sa température critique. L'abaissement considérable de température produit par la détente brusque suffit ainsi à amener à l'état liquide une partie du gaz comprimé.

C'est ainsi qu'en 1877 M. Cailletet produisit la liquéfaction des six gaz permanents et de l'air atmosphérique sous forme de brouillards très apparents se produisant dans le tube de son appareil au moment de la détente.

A la vérité, l'air, l'hydrogène et l'azote ne se montrèrent que sous l'aspect de buées extrêmement fugaces, mais cependant parfaitement perceptibles. Les parcelles liquides obtenues ne tardaient pas en effet à se réchauffer rapidement au contact des parois du tube et suffisamment pour se trouver bien vite à une température supérieure à la température critique, laquelle pour ces divers corps est extrêmement basse, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Températures critiques de quelques gaz.

Anhydride carbonique	31°
Acétylène.....	37°

Digitized by Google

Oxygène.....	— 116°	(au-dessous de 0°)
Oxyde de carbone.....	— 140°	»
Air.....	— 142°	»
Azote.....	— 145°	»
Hydrogène.....	— 241°	»

Quelques années après les expériences de M. Cailletet, Wroblewski, M. Olzewski, M. Pictet, en mettant à profit la détente, parvinrent à obtenir non plus seulement sous forme de brouillards fugaces, mais à l'état de liquides permanents, les corps gazeux qui avaient été si longtemps réfractaires à tout essai de liquéfaction.

Les dispositifs employés, dits appareils à cycles multiples, mettaient en pratique la méthode déjà indiquée par Drion et Loir et consistant à descendre l'échelle des températures par étapes successives. Le chlorure de méthyle évaporé dans le vide fournissait une température assez basse (— 55° environ) pour liquéfier par refroidissement l'éthylène. Un bain d'éthylène liquide que l'on faisait évaporer dans le vide fournissait une température de — 136°. L'oxygène, dont la température critique est de — 116°, se liquéfiait sous la pression de 22 atmosphères. Pour l'azote, pour l'air et pour l'oxyde de carbone on dut employer la détente.

Toutefois on n'obtenait ainsi que quelques gouttes de ces liquides aux propriétés si curieuses.

En 1896, M. Linde, professeur à l'école polytechnique de Munich, réalisa un dispositif qui lui permit de liquéfier l'air en grande quantité.

Dans la machine de Linde, l'air comprimé à 200 atmosphères se détend dans un récipient où vient le puiser une pompe qui le comprime à nouveau. Dans ces conditions de *détente* dite *sans travail extérieur*, l'abaissement de température produit est effectivement

Digitized by Google

très faible. L'expérience montre en effet qu'on ne peut obtenir que 0°25 de refroidissement pour chaque atmosphère de chute de pression. C'est donc 40° à 45° de refroidissement total qu'on peut ainsi obtenir par détente. Or il s'agit d'abaisser la température au dessous de — 140°, température critique de l'air.

M. Linde parvient à atteindre ce degré de refroidissement en accumulant progressivement les chutes de température produites par la détente de quantités d'air successives. On peut caractériser d'un mot le dispositif de M. Linde : Grâce à la disposition spéciale du détendeur, *l'air qui vient de se détendre refroidit constamment l'air qui va se détendre.* La température s'abaisse donc progressivement dans le détendeur et atteint bientôt une valeur inférieure à la température critique. La liquéfaction de l'air se produit dès lors et se continue régulièrement.

Le rendement de l'appareil de M. Linde est de 0,5 litre à 0,6 litre d'air liquide par cheval et par heure.

Un progrès important a été réalisé encore dans la production industrielle de l'air liquide par M. G. Claude, qui emploie la *détente avec travail extérieur récupérable* et qui a pu ainsi obtenir un rendement s'élevant à 0,9 litre par cheval et par heure.

C'est de l'air liquide ainsi préparé par le procédé de M. G. Claude à l'usine de Boulogne-sur-Seine, dont j'ai pu rapporter quelques litres, qui vont me permettre de répéter devant vous de fort curieuses expériences et de pénétrer dans le domaine des très basses températures.

Mais, d'abord, je tiens à remercier ici le distingué président de cette Assemblée, M. Bernard, de m'avoir donné l'occasion de revenir ce soir au milieu de vous.

L'Académie de La Rochelle possède des fastes glorieux et bien enviables. Fondée en 1732, sous Louis XV,

Digitized by Google

elle compte, parmi ses membres, Réaumur, Valin, La Faille, Seignette, Fleuriau, Alcide d'Orbigny ; Voltaire lui-même ne dédaigna pas d'en être membre correspondant. Je ne saurais oublier que la section des sciences de cette Académie a bien voulu, il y a déjà plus de dix ans, faire un accueil bienveillant à mes premiers travaux. Je suis heureux, comme Rochelais et comme physicien, d'avoir pu placer ainsi mes premières œuvres sous un patronage aussi flatteur. Qu'il me soit permis ce soir d'en remercier publiquement ici l'aimable président de la section des sciences, M. Bernard, dont le grand savoir n'a d'égal que la charmante modestie.

***

Comment peut-on transporter et conserver de l'air liquide ?

A la température critique de l'air, — 140°, il faut encore, pour obtenir la liquéfaction, développer une pression de 40 atmosphères, c'est la pression critique de l'air. Si on amène l'air à — 150°, 30 atmosphères suffisent à le liquéfier. Plus on abaisse la température, moindre est la pression à réaliser et c'est ainsi que, si la température descend à — 190°, une pression de une atmosphère suffit à la liquéfaction.

On peut alors conserver en vase ouvert l'air liquide qui supporte la seule pression atmosphérique : au sein du liquide ainsi conservé réside une température de — 190° (190 au-dessous de zéro).

Comment peut-on maintenir, ne fut-ce que quelques heures, une aussi basse température et préserver ce liquide des multiples causes de réchauffement qui l'environnent ? M. Dewar y parvint en constituant des vases en verre à double enveloppe. On fait le vide de

Digitized by Google

Hittorf, le vide le plus parfait que nous sachions réaliser, entre les deux enveloppes ; on supprime ainsi tout réchauffement par convection, puisque aucune matière gazeuse même raréfiée ne peut être animée de courant gazeux réchauffant entre les deux enceintes. En argentant par surcroît la surface du verre à l'intérieur, on se prémunit contre le réchauffement par rayonnement. En fait, de tels récipients sont presque imperméables à la chaleur et c'est ainsi que l'on a pu conserver, à l'intérieur de tels ballons, de l'air liquide à — 190° pendant plusieurs semaines. On pourrait de même y conserver très longtemps de l'eau bouillante sans y noter un sensible refroidissement.

On ne peut songer à transporter l'air liquide en vase clos, aussi a-t-on aménagé des ballons de Dewar protégés pour en permettre le transport sans accident.

En vase clos, en effet, les rentrées inévitables de chaleur ne pourront plus être compensées par l'évaporation d'une certaine quantité correspondante d'air liquide, ce qui permet au liquide restant de se maintenir à la température de — 190° jusqu'à complète évaporation. Dans un vase clos, l'air évaporé demeurerait augmentant la pression à l'intérieur du vase, et, la chaleur s'accumulant ainsi peu à peu, la température se relèvera graduellement et rapidement. Elle atteindrait bientôt — 140° : dès que cette température critique de l'air est dépassée, aucune goutte liquide ne peut plus demeurer dans le vase, quelque résistant qu'il soit et quelque pression qu'il puisse supporter.

Une expérience simple montre ce fait. Elle consiste à verser un peu d'air liquide dans une éprouvette d'acier. Dès que l'ébullition tumultueuse s'apaise, bouchons l'éprouvette : au bout de peu de temps l'accroissement de pression à l'intérieur du tube, dû à la

Digitized by Google

vaporisation totale de l'air liquide, projette le bouchon avec bruit.

La température d'ébullition de l'air liquide à la pression atmosphérique est de — 194° ; cette température varie d'ailleurs avec le temps et se relève par le fait que l'air liquide s'appauvrit progressivement en azote qui est plus volatil que l'oxygène, elle atteint donc peu à peu — 182° ; on n'a plus alors que de l'oxygène pur liquide.

Cette séparation de l'oxygène de l'air à l'état liquide et pur par simple évaporation d'air liquide ne constitue pas un des moindres avantages de la préparation industrielle de l'air liquide.

***

Mais arrêtons-nous un instant à la considération de ces très basses températures de — 180° à — 190° au-dessous de zéro. Leur réalisation permet un grand nombre d'expériences très curieuses qui nous ouvriront des horizons insoupçonnés concernant les propriétés si variées de la matière.

La densité de l'air liquide change à mesure que le liquide s'enrichit en oxygène et passe ainsi de 0,93 à 1,12.

Si l'on verse dans un verre rempli d'eau un peu d'air liquide, le mélange s'effectue d'autant plus aisément que les densités des deux liquides sont très voisines. Une ébullition violente se produit, accompagnée de fumées épaisses et veloutées du plus bel effet. On pourrait s'attendre à ce que l'eau soit totalement congelée ; il n'en est rien ; c'est qu'en effet la *quantité* de froid qu'emmagasine l'air liquide est assez faible. Un kilogramme, c'est-à-dire un litre environ, d'air liquide ne demande pour s'évaporer que 65 calories alors

Digitized by Google

qu'un kilogramme de glace à 0° en nécessite 80 pour fondre.

Ce qui est remarquable en effet dans ce curieux liquide, ce n'est point tant la *quantité de froid* qu'il permet de produire que la *qualité de ce froid*, c'est-à-dire la température extrêmement basse qu'il permet de réaliser.

Versez un peu d'air liquide dans un verre à parois épaisses, au bout d'un instant, sous l'influence du froid intense qu'il supporte, le verre se brise tout comme si vous y aviez versé de l'eau bouillante ou mieux du plomb fondu. Un effet de caléfaction empêche l'air liquide de mouiller dès les premiers instants la paroi du verre, si bien que l'effet se fait attendre un peu, mais, la température s'abaissant, il arrive un moment où le contact a lieu et alors le verre casse.

L'effet d'aussi basses températures sur les différents corps est de leur faire acquérir des propriétés que nous ne sommes pas habitués à constater. Un tube de caoutchouc trempé dans l'air liquide s'y durcit au point de se briser ensuite comme du verre sous le choc d'un marteau.

Des fruits, des graines de raisins, des cerises, un œuf y deviennent presque instantanément durs comme la pierre et rebondissent comme des billes d'ivoire ou de marbre. Le liège se brise comme du verre dès qu'il est imbibé d'air liquide. Les fleurs naturelles, dès qu'elles ont été plongées dans l'air liquide, semblent s'être muées en fleurs de porcelaine et s'effritent au moindre choc.

Les métaux acquièrent à ces températures de nouvelles propriétés toutes différentes de celles qu'ils nous présentent ordinairement. C'est ainsi que le mercure liquide à la température ordinaire se solidifie et acquiert une telle dureté que l'on peut à l'aide d'un

Digitized by Google

cylindre de mercure congelé dans un tube à essai enfoncer un clou comme avec un marteau.

Le plomb, refroidi à — 190°, acquiert l'élasticité de l'acier. Une spirale faite d'un fil de plomb est bien incapable, à la température ordinaire, de soulever sans se détordre un poids de quelques grammes (15 à 20 grammes ne peuvent être soulevés par une spirale de plomb faite d'un fil de 0,5 millimètre de diamètre). Dès que la spirale est portée par immersion à la température de l'air liquide, elle soutient le poids qui la termine et oscille comme le ferait un ressort d'acier.

Un fil de cuivre de 0,3 millimètre de diamètre n'offre pas dans les conditions ordinaires une résistance à la traction suffisante pour lui permettre d'enlever un poids de 5 kilogrammes. Comme il est aisé de le constater, il casse. Qu'on l'amène à — 190° en dirigeant sur lui un jet d'air liquide, il devient alors capable de soulever les 5 kilogs, mais bientôt il se réchauffe et perdant alors sa résistance occasionnelle il se rompt.

A cette température les métaux deviennent en général assez fragiles. Du fer blanc mince plongé dans l'air liquide devient assez friable pour être brisé par le marteau presque comme du verre.

L'alcool, l'éther se congèlent dans l'air liquide.

L'air liquide se montre encore attirable à l'aimant et il doit cette particularité à l'oxygène, qui est un corps nettement magnétique.

C'est encore à l'oxygène qu'il contient que l'air liquide doit d'entretenir en combustion une allumette allumée, un fragment de charbon présentant quelques points en ignition. Cette combustion est d'autant plus vive que l'air liquide évaporé depuis quelque temps est plus riche en oxygène. Avec le magnésium la combustion donne lieu à une lumière extraordinairement éblouissante.

Digitized by Google

En général, à des températures aussi basses les réactions chimiques, même les plus intenses, cessent de se produire. C'est ainsi qu'au sein d'un tube à essai entouré d'air liquide la soude et l'acide sulfurique n'agissent plus l'un sur l'autre. Par contre, le fluor et l'hydrogène continuent à réagir violemment l'un sur l'autre même à — 190°.

Avant de quitter l'air liquide nous dirons quelques mots à propos des plus basses températures qu'il a été donné au physicien de réaliser.

Au commencement du siècle dernier, Gay-Lussac a démontré qu'un gaz sous pression constante diminue du $\frac{1}{273}$ de son volume à 0° pour chaque degré dont on abaisse sa température. De là découle que, s'ils suivaient la loi de Gay-Lussac, les gaz devraient avoir leur volume réduit à zéro à la température de 273° au-dessous de zéro.

Cette température que d'autres considérations d'ordre théorique indiquent comme valeur limite des basses températures a reçu le nom de *zéro absolu* et constitue le début de l'échelle absolue des températures dont les divers repères se trouvent dès lors exprimés par des nombres toujours positifs. Ainsi nous venons de voir que l'air liquide se maintient, sous la pression atmosphérique, à — 190°, soit à 83° degrés absolus.

On peut aller plus bas et c'est ainsi que, si l'on fait évaporer rapidement de l'air liquide dans un tube à essai par la simple aspiration des vapeurs au moyen d'une trompe à eau, on parvient ainsi à congeler l'air. En même temps l'air qui se trouve au contact immédiat du tube à essai à l'extérieur, porté à une température notablement plus basse que sa température critique, se liquéfie spontanément. C'est ce qu'indique une goutte liquide qui se forme à l'extrémité du tube

Digitized by Google

et qui n'est autre qu'une goutte d'air liquide que l'on obtient ainsi par seul refroidissement.

Wroblewski et M. Olzewski en utilisant le froid produit par l'oxygène liquide (— 184°) purent obtenir l'azote liquide en quantité assez notable. L'hydrogène enfin, comprimé à 100 atmosphères dans un bain d'azote liquide (— 210°) et brusquement détendu, se résoud en gouttelettes qui, d'ailleurs, disparaissent presque instantanément.

En 1898, M. Dewar, en comprimant de l'hydrogène à 180 atmosphères et en le refroidissant au moyen d'air liquide bouillant dans le vide, obtint par détente de l'hydrogène liquide, mais il ne put conserver le liquide obtenu. Au cours d'expériences continuées de 1899 à 1902 MM. Travers et Jacquerod sont arrivés, toujours en employant la détente, après avoir comprimé de l'hydrogène à 150 atmosphères et l'avoir refroidi par un bain d'air liquide à — 200°, à obtenir l'hydrogène sous la forme d'un liquide stable.

En faisant bouillir dans le vide l'hydrogène liquide, MM. Travers et Jacquerod sont arrivés, au laboratoire de M. Dewar, à solidifier ce corps en un solide vitreux qui fond à — 260° (13° absolus). L'hydrogène liquide peut être versé sans danger sur la main. Le liquide forme de larges globules reposant sur une couche de vapeur; la sensation est curieuse parce que la substance paraît n'avoir aucun poids.

En solidifiant de l'air liquide dans un bain d'hydrogène liquide on a pu séparer de l'air les gaz rares de l'atmosphère (argon, néon, krypton, xénon, hélium). L'hélium paraît encore plus difficile à liquéfier que l'hydrogène. MM. Dewar et Travers n'ont pu le liquéfier en le refroidissant à — 260° (13° absolus) par évaporation d'hydrogène solide sous pression réduite.

M. Olzewski a récemment détendu de l'hélium

Digitized by Google

(extrait de la thorianite) et comprimé à 280 atmosphères. Trois cents centimètres cubes de ce gaz étaient maintenus à la température de solidification de l'hydrogène. La détente fut produite de 280 atmosphères à 40 atmosphères dans une première expérience, de 280 atmosphères à une atmosphère au cours d'un second essai. Aucune apparence de liquéfaction n'apparut. D'après M. Olzewski la température a dû cependant être ainsi abaissée à — 265°4 dans la première expérience, à — 271°3 (1°7 absolus) dans la seconde. La température critique de l'hélium serait donc inférieure peut-être à — 271°3.

***

A mesure que la production et le maniement des gaz liquéfiés devenaient plus pratiques, leurs applications dans les arts et l'industrie se faisaient plus nombreuses.

Par un retour naturel des choses, c'est l'industrie qui fournit aujourd'hui aux laboratoires l'anhydride carbonique, l'ammoniac, le chlore, liquides enfermés dans les obus de fer forgé. L'anhydride sulfureux liquide nous est livré dans des siphons de verre épais analogues aux siphons d'eau de Seltz. Rendu ainsi transportable et d'un usage commode, il sert comme désinfectant et aussi comme décolorant (fabrication du sucre, blanchiment des matières animales : soies, laines, plumes. ., et végétales : coton, paille, osier...).

Le liquide carbonique sert principalement pour la conservation et le soutirage de la bière, pour la coulée sous pression des lingots d'acier, pour la mise en marche de pompes à incendie, pour la champanisation du vin, enfin pour la fabrication des boissons gazeuses (sparklets). On en prépare actuellement en France plus

Digitized by Google

de 12 millions de kilogrammes. En Allemagne, en 1903, quarante usines en préparaient plus de 15 millions de kilogrammes.

Le chlore liquide est aussi employé dans l'industrie, en particulier dans celle du papier, dans l'extraction de l'or, dans l'industrie des matières colorantes, dans celle de plusieurs produits organiques ; il sert encore pour les analyses métallurgiques.

Enfin l'ammoniac liquide et l'anhydride sulfureux liquide constituent les agents qui, dans toutes les machines frigorifiques, déterminent l'abaissement de température par l'effet même de leur évaporation. Très nombreuses sont les applications des machines frigorifiques, nous énumérerons rapidement les principales :

Fabrication de la nitroglycérine.

Démoulage du chocolat.

Forage de puits et de tunnels dans les terrains aquifères.

Extraction des sels de solutions concentrées.

Concentration par congélation des liqueurs alcooliques.

Décantage des vins (Champagne, Saumur), par congélation du dépôt.

Fabrication de la glace : entretien d'entrepôts frigorifiques permettant la conservation des viandes et des fruits, leur transport par bateaux ou wagons frigorifiques.

Conduite et macération des fermentations (saccharomyces cerevisae des brasseries, mucors des fromageries, fermentation du vin en Algérie).

Croissance en serre froide de certaines plantes qui font d'autant plus prime sur le marché qu'elles sont obtenues plus tardivement, tel le lilas blanc, etc., etc.

Digitized by Google

Nombreuses également sont les applications industrielles de l'air liquide. Remarquons tout d'abord, à propos de ces applications, qu'il n'y a intérêt à employer l'air liquide pour le froid qu'autant qu'on désire réaliser de très basses températures. S'il s'agit simplement d'amener un corps à une température voisine de celle que la glace ou les mélanges réfrigérants usuels permettent d'obtenir, il est superflu de s'adresser à l'air liquide. L'effet réfrigérant de un kilogramme d'air liquide n'est pas en effet supérieur, nous l'avons signalé, à celui produit par la fusion de 1,5 kilogramme de glace. Toutefois, s'il est indispensable de réaliser un froid exempt d'humidité ou encore s'il est utile d'obtenir l'aération pendant le refroidissement, l'usage de l'air liquide pourra être avantageux.

L'air liquide a encore été appliqué comme moteur, à l'automobilisme en particulier. Son emploi dans ce cas est fort peu économique ; pour pouvoir rivaliser comme moteur avec le pétrole il faudrait que le prix de l'air liquide soit le 1/10e de celui du pétrole, c'est-à-dire revienne à près de 0 fr. 05 le litre. Or la Société des gaz comprimés qui exploite les procédés Claude et fabrique de l'air liquide à l'usine de Boulogne-sur-Seine ne le vend pas moins de 5 francs le litre. Nous sommes encore loin de compte.

Dans certains cas particuliers cependant (cas de locaux confinés, mines, sous-marins, percement de tunnels, etc...) son emploi comme moteur peut être préconisé avec avantage, l'air détendu augmentant l'aération de ces locaux. C'est ainsi qu'on l'a employé au percement du Simplon.

On a cherché également à l'employer dans la fabrication de cartouches aussi efficaces que celles de dynamite et n'offrant pas les mêmes dangers. Les mélanges de carbure d'hydrogène et d'air liquide sont explosifs

Digitized by Google

On forme des cartouches constituées de marne imbibée de carbure et saturée d'air liquide ; une capsule de fulminate sert d'amorce. L'avantage de ces cartouches réside en ce que le transport n'en est pas dangereux ; les gaz dégagés par l'explosion ne sont ni vénéneux, ni irrespirables, les ratés eux-mêmes ne sont pas dangereux, les cartouches perdant au bout de quinze minutes tout pouvoir explosif par suite de l'évaporation de l'air liquide. Des cartouches de ce genre ont été récemment utilisées au cours des travaux de percement du Simplon.

On a enfin employé l'air liquide et son froid excessif en thérapeutique (lupus, anthrax, abcès du pied).

Mais la plus précieuse application de la production industrielle *et à bon marché* de l'air liquide paraît être la possibilité d'extraction rapide et commode de l'oxygène de l'air. Récemment M. G. Claude a combiné des procédés de liquéfaction d'air et de distillation de ce liquide qui lui permettent de séparer et d'obtenir liquides et purs l'oxygène et l'azote de l'atmosphère.

Si ces procédés conduisent vraiment à l'obtention de l'air liquide et de l'oxygène liquide à bon marché, ils sont effectivement de nature à révolutionner l'industrie. L'air liquide à peu de frais, c'est, en effet, comme nous l'avons vu, l'oxygène lui-même extrait de l'air à bon compte ; et l'oxygène à vil prix, c'est l'entretien et la suractivation de tous les fours industriels dans des conditions de bien meilleure hygiène et de bien meilleur rendement ; c'est l'industrie du fer, de l'acier, toute la métallurgie rénovée ; c'est encore nombre d'industries chimiques perfectionnées (acide sulfurique, chlore, eau oxygénée...), c'est la suppression des fumées par combustion complète des foyers, l'emploi possible des combustibles médiocres ; c'est encore la fusion assurée et facile des corps les plus

Digitized by Google

réfractaires, quartz aurifère, sable, toute une verrerie nouvelle. En même temps qu'une révolution de l'industrie c'est le travail industriel rendu plus commode, l'usine, cette cause d'étiolement de la race, rendue plus hygiénique et sans danger.

***

Cet essor prodigieux pris par l'industrie des gaz liquéfiés et les espoirs qu'elle fait naître aujourd'hui montrent bien que le développement normal de la science pure et son plus beau fleuron d'ailleurs, c'est la science appliquée. Une fois de plus le savant en interrogeant la nature a servi l'humanité. Mais la science pure elle-même voit son domaine s'agrandir, ses hypothèses se préciser. Au siècle dernier une exagération de la théorie cosmogonique de Laplace faisait penser à quelques esprits, d'ailleurs expérimentalement mal informés, qu'avec un refroidissement progressif des astres se produisait une désagrégation de leurs molécules. Nous venons de voir que bien au contraire les liens entre les particules de la matière se font à ces très basses températures plus serrés et plus résistants. Et, bien que ce pôle du froid, suivant l'expression de M. Houllevigue, le zéro absolu de température, apparaisse à chaque effort fait pour s'en rapprocher plus lointain et plus inaccessible, le savant gagne ici encore à le poursuivre de mieux comprendre la nature. Ainsi, le fait que les microbes peuvent résister aux plus grands froids qu'il nous a été donné de réaliser — (des graines placées dans l'hydrogène solide ont gardé leur pouvoir germinatif, des bactéries ne sont pas tuées par leur immersion dans l'hydrogène liquide) — rend admissible la transmission de la vie par diffusion de spores ou de germes vivants d'une planète à l'autre.

Digitized by Google

C'est ainsi que l'esprit humain dans sa marche sûre bien que lente vers toujours plus de vérité substitue peu à peu la connaissance féconde à la croyance stérile. En même temps qu'il prend une notion plus exacte du monde, des facteurs d'actions qui le transforment par de continuelles et éternelles mutations, il fait des conquêtes qui délivrent de plus en plus l'homme du pénible labeur de la brute et, chargeant de jour en jour la nature des inéluctables besognes de la vie industrielle et sociale, permet enfin au travailleur de relever le front vers l'azur des cieux qui ne se dépeuple lentement de chimères que pour mieux resplendir de vérité comme aux ombres d'une nuit étoilée succède l'éblouissante clarté du jour.

ALBERT TURPAIN,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

Digitized by Google

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

1906-1907.

Bureau.

Président, M. Bernard (O ✻, O. ❁).

Vice-Présidents. { M. L.-E. Meyer (I ❁).
M. Jousset.

Secrétaires..... { M. Guillemin (✠ ✠ ❁).
M. Soenen.

Conservateur : M. G. Bernard (O ✻).

Conservateur-adjoint : M. Ch. Basset.

Bibliothécaire-archiviste : M. Carrière (A ❁).

Trésorier, M. E. Couneau (✻ A ❁).

M. Bernard est chargé du Muséum Fleuriau (Sciences naturelles et paléontologie du département, et du musée d'ostéologie).

Membres titulaires.

MM. Babut, Eug., banquier.

Basset, négociant.

Bernard (O ✻, O ❁), pharmacien principal de 1re classe en retraite.

Berteaud (✻), directeur des cont. direct. (retraité).

Bobrie, docteur-médecin.

Digitized by Google

MM. Boutiron (✠), docteur-médecin, conseiller général, à Saint-Xandre.
Brard (✻, ✠ I), docteur-médecin.
Brossard, pharmacien.
Cailloux, pharmacien de 1re classe.
Carrière (I. ✠), pharmacien honoraire.
De Commines de Marsilly, à Paris.
Condamy, P., fils, docteur-médecin.
Conor, armateur.
Corbineau fils, architecte.
Couneau (✻, ✠), greffier honoraire du tribunal civil.
Delmas, Julien, propriétaire.
Dollot (A ✠), correspondant du Muséum, à Paris.
Dubourg (O ❁), professeur départemental d'agriculture.
Eury (❁), pharmacien.
Faideau, professeur à l'école J.-B. Say, Paris.
Fanton, directeur du grand séminaire.
Faustin (✻ ✠), armateur.
Fleury (✠), pharmacien honoraire, conseiller général, à Marans.
Fournier, prof., direct. du laboratoire municipal.
Gatau, ancien courtier de marine.
Guillaud (✻, I ✠), professeur à la faculté de Bordeaux, Saintes.
Guillemin (✠, ✠, ✠), pharmacien.
Guillemot, secrétaire général à la Préfecture.
Hillairaud, docteur-médecin.
Jousset fils, étudiant.
Léridon, armateur.
Martin (✠), imprimeur.
Martin, docteur-médecin.
Meyer, Eugène (I ✠), courtier maritime.
Modelski (✻), ing. en chef des ponts et chaussées.
Moreau (C ✻), général du Génie en retraite.
Musset (I ✠), bibliothécaire de la Ville.

Digitized by Google

MM. Périer fils (✠), courtier.
Périer père (✠), courtier.
Pineau, docteur-médecin.
Rouvier (O ✻, ❁), prop., sénateur, conseiller général, Surgères.
Rouy (✻), botaniste, Asnières (Paris).
Senné (✻), architecte.
Soenen, pharmacien de 1re classe.
Turpain (I ✠), prof. à la faculté des sc. de Poitiers.
Vieljeux, armateur.
Vivier, Alfred (I ✠, O ✠), juge honoraire.

Digitized by Google

Membres Agrégés.

BERNARD, inst. au Bois (île de Ré).
BOUCHERIE, Michel, Chez-Merlet, com. de Bresdon, canton de Matha.
BOURON, Rochefort.
BUROT (✱, I ✪), Dr à Rochefort.
COMBES, Dr, sénateur, Président du Cons. gén., à Pons.
COUILLIAUX, juge de paix, St-Genis.
DELABARRE, Saujon.
DE SAINT-MATHURIN, St-Jean d'Angély.
ESPAILLAC, Saint-Denis-d'Oleron.
MANÈS, Ad. (✱), cap. retr. Saujon.
MURE (✱), Surgères.
PARENTEAU.
ROMIEUX (O ✱), capitaine de frégate, Rochefort.
SIMON, receveur de l'enregistrement, Rochefort.
TESSERON, instituteur en retraite, Crazannes.
VIGER, instituteur, à Dompierre-s/-mer.
VIVIER, Alphonse, avocat, à Cognac.

Membres Correspondants.

ALLENET (✱), officier de marine, Rochefort.
ALLENET (✱), lieutenant-colonel en retraite, Poitiers.
BARINE, Arvède (madame Ch. Vincens), Paris, 24, avenue Wagram.
BAUDOUIN, pharmacien, Cognac.
BÉDART (✱, ✪, ✠), doct., prof., à Lille.
BAUDRY, docteur, prof. à la Faculté de médecine, Lille.
BERGERET, pasteur à Vitré, Deux-Sèvres.
BERNARD, Aug., Poitiers.
BERTHAUD, prof. de physique, Mâcon.
BOIZOT (I ✪), prov. du Lycée, Mâcon.
BONJEAN, Félix, Lyon.
BORDAGE, directeur du Muséum de l'Ile de la Réunion.
BOULANGIER, ing. des ponts et chaussées.
BOULLAND, H., docteur, Limoges.
BOUQUET DE LA GRYE (C ✱), ing. hyd. en chef de 1re classe en retraite, membre de l'Institut, 8, rue de Belloy, Paris.
BOVET, Alfred, Montbéliard.
CAMPEAU, J.-R.-E., président de l'Institut français-canadien, Ottawa.
CAMUS, pharmacien, Paris.
CASTAN (✱), officier d'artillerie.
CHABERT (O ✱), médecin principal de 1re classe en retraite, à Chambéry (Savoie).
CHAMPENOIS, inspecteur des forêts.
CHARLET, Luze (Basses-Pyrénées).
CHARTRON, recev. de l'enr., Luçon.
CHAUVET, notaire, Ruffec.
CLARET, docteur, Vannes.
COSTE, Paris.
COURÇONNAIS (I ✪), inspecteur d'académie, Limoges.
CRAHAY DE FRANCHIMONT (✱), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 43, rue Saint-Pétersbourg, Paris (18e).
DANGEARD, prof. Faculté, Poitiers.
DASSY, préparateur de physiologie à la Faculté de médecine, Paris.
DE CESSAC (✪), Guéret.
DE GRESSOT (O ✱), général d'artillerie.

Digitized by Google

DANGIBEAUD, Edouard (O ✻), s-directeur honoraire de la marine, Paris.
DELAVAUD (O ✻, I ✪, C ✠, ✠), Insp. hon. service de santé, 85, rue de la Boëtie, Paris.
DELAVOIE, sous-ingénieur, Rochefort.
DELHOMEL, 40, rue de Verneuil, Paris.
DES MESNARDS, docteur, 19, rue St-Vivien, Saintes.
DOCTEUR, A., négociant, Bordeaux.
DROUET, Troyes.
DROUINEAU, G. (A ✪), inspect. général des serv. admin. au minist. de l'Int., 105, rue N.-D.-des-Champs, Paris.
DUANY-SOLER, docteur, directeur de l'asile départemental, Niort.
DUFFORT, pharmacien, Angoulême.
DUPRÉ (✻, I. ✪), inspecteur d'académie, Paris.
ECK, André, pharm. Nogent-sur-Marne.
FÉE, F. (✪, ✻), méd. princ. de 1re cl. 11e corps.
FINES, docteur, Perpignan.
FOURNIER, A., cons. histoire nat., Niort.
GABORIT, pharmacien, Nantes.
GALLES, conseiller de préfecture honoraire.
GAMIN, instit., à Piedblanc, près Niort.
GARIEL (C ✻), inspect. gén. des ponts et chaussées, m. de l'Académie de médecine, prof. à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy, Paris.
GAUDRY, Albert (C ✻, I ✪), m. de l'Instit., Paris.
GAUTIER, L., docteur, Melle.
GIARD (✻), memb. de l'Instit., prof. à la Sorbonne, 14, rue Stanislas, Paris.
GILLOT, docteur, Autun.
GIRAUDEAU, docteur, Pau.
GOOD, Paul, docteur, La Mothe-St-Héray.
GYOUX, docteur, Bordeaux.
HUGUES, Edm. (O ✠, I ✪), sous-Préfet aux Andelys.
HY (abbé), Angers.
JOUAN (O ✻, I ✪), cap. de vaisseau, en retraite, Cherbourg.
JOURDAIN (✪), docteur ès-sciences, Paris.
JOUSSET, docteur, Lille.
JOUSSET DE BELLESME (✻, I ✪), 41, rue de Valois, Paris.
LABEYRIE (✪), insp. primaire, Tulle.
LALANDE, Ph., Brives.
LATASTE, à Cadillac-s/-Garenne (Gironde).
LAVENTURE (A.), instituteur à Chérac.
LEENHARDT, (docteur René), 7, rue Marceau, Montpellier.
LEGOUIS, prof. de zool., éc. norm. Paris.
LETELLIER, prof. Alençon.
LIÉNARD, Verdun.
LORIOL (de) P., géol. chalet des Bois, par Crassier, Suisse.
LOURDE, ancien pasteur, Castres.
LY-CHAO-PÉE (A ✪, ✠), mandarin et lettré chinois, attaché à la mission scientifique, Paris.
MALINVAUD, 8, rue Linné, Paris.
MAIRAND, empl. des ponts et chaus., Niort.
MANTOVANI, Paul, naturaliste, Rome.
MANTOVANI, G., naturaliste, Rome.
MARÇAIS, 19, rue Ninau, Toulouse.
MAUFRAS, E., Beaulieu, par Bourg-s/-Gironde (Gironde).
MAZURE (✻, I ✪), insp. d'acad. en retraite.
MILA DE CABARIEU, H. (O ✻, I ✪), ancien préfet, Cabarieu (Tarn-et-Garonne).
MOULLADE, (✻) Alb., pharmacien princ. de 1re classe en retraite, Marseille.
MOULLADE, pharmacien au Puy.
NICOLLON.
ODIN, direct. du labor. de zool. marine, 10, quai Franqueville, Sables-d'Olonne.
PAPIER, Hippone.
PERRIER, Edm. (C ✻, I ✪), memb. de l'Instit., dir. du muséum, 57, rue Cuvier, Paris.
PERSONNAT, Victor, receveur des cont. indir., Château-Thierry.
PIÈTRE, professeur à Oran.
PIOLET, cap. au long cours, pilote du canal à Ismaïlia (Egypte).
PORTAL (baron de), Louis, à Montauban.
RAMONET, ag. ad. de la marine, Ruelle.
RICHEMOND (Adolphe de), pasteur, à Vançais (Deux-Sèvres).

Digitized by Google

ROCHEBRUNE (A. de) doct., aide-nat. au muséum, Paris.
ROUSSEAU, Ph., instituteur, La Verrière de Bruffierie (Vendée).
ROUXEL (I ✠), prof. de physique.
SABATIER, Armand, (✱, I ✠), doyen de la Faculté des sciences, Montpellier.
STÉPHANI.
SURINGAR, W.-E.-R. (O ✠), prof. Université, Leyde.
TASLÉ (✱), ancien notaire, Vannes.
TILLET, Paul, professeur d'histoire naturelle, Villeneuve-sur-Saône.
TRIGANT de BEAUMONT, (Madame), botaniste.
VENDRIÈS, attaché au ministère de l'Instruction publique, Paris.
VIAUD-GRAND-MARAIS, docteur, Nantes.
VAN DEN CRUYSSEN, P. (✠), 16, rue de La Mothe-du-Pin, Niort.
VINCENS (O ✱), sous-directeur honoraire du ministère de l'intérieur, 24, avenue Wagram, Paris.
VINCENT, pharmacien, Angoulême.
WŒLFFLE, agent-voyer d'arrondissement, Civray.
ZAVODNY, Dr, D. Brenntegasse, 24, à Prague, Bohème.

Digitized by Google

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

FRANCE.

Paris	Ministère de l'instr. publique, comité des travaux scientifiques. (Envoi de 5 volumes d'*Annales*.)
id	Musée Guimet (1 exemplaire d'*Annales*).
Aix	Académie des sc., agric., arts et b.-lettres, Bouches-du-Rhône.
Alais	Société scientifique et littéraire.
Amiens	Société linnéenne du nord de la France.
Angers	Société d'études scientifiques.
id	Société d'agriculture, sciences et arts.
id	Société industrielle et agricole du Maine-et-Loire.
id	Société d'horticulture du Maine-et-Loire.
Autun	Société d'histoire naturelle.
Auxerre	Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
Bayonne	Société des sciences et arts.
Beaune	Société d'histoire, d'archéologie et de littérature.
Belfort	Société d'émulation.
Béziers	Société scientifique, archéologique et littéraire.
Bône	Académie d'Hippone.
Bordeaux	Académie des belles-lettres, sciences et arts.
id	Société linnéenne.
id	Société des sciences physiques et naturelles.
id	Société d'anthropologie du Sud-Ouest.
id	Société archéologique.
Bourg	Société des sciences naturelles et d'archéologie de l'Ain.
Bourg	Société des naturalistes de l'Ain.
Brest	Société académique.
Brives	Société scientifique, histor. et archéo. de la Corrèze.
Carcassonne	Société d'études scientifiques de l'Aude.
Châlons-sur-Marne	Société d'agriculture, sciences et arts de la Marne.
Chambéry	Académie des sciences, lettres et arts de Savoie.
Cherbourg	Société des sciences naturelles.
Dax	Société de Borda.
Draguignan	Société d'études scientifiques et archéologiques.
Grenoble	Académie delphinale.
Guéret	Société des sciences naturelles et archéol. de la Creuse.
Le Hâvre	Société nationale hâvraise d'études diverses.
id	Société des sciences et arts, agricoles et horticoles.
Langres	Société historique et archéologique.
id	Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
Le Puy	Société d'agriculture, sciences et arts.
id	Société agricole et scientifique de la Haute-Loire.
Levallois-Perret	Association des naturalistes de Levallois-Perret (Seine).
Lille	Société géologique du Nord.

Digitized by Google

Limoges..... Société Gay-Lussac.
id..... Société de botanique.
Lyon..... Société d'agriculture et d'histoire naturelle.
id..... Société littéraire, historique et archéologique.
Le Mans..... Société historique et archéologique.
Marseille..... Société scientifique Flammarion.
Montauban..... Académie des sciences, belles-lettres et arts.
id..... Société archéologique.
Montbéliard..... Société d'émulation.
Montpellier..... Académie des sciences.
Moulins..... Revue scientifique du Bourbonnais ; M. Ollivier, directeur.
Nantes..... Société académique.
id..... Société des sciences naturelles.
Nice..... Société des lettres et sciences.
Nîmes..... Académie du Gard.
id..... Société d'études des sciences naturelles.
Niort..... Société de statistique.
id..... Société de botanique.
id..... Bibliothèque scientifique de l'Ouest.
Paris..... Association française pour l'av. des sc., 28, rue Serpente.
id..... Ecole polytechnique.
id..... Société géologique de France, 28, rue Serpente.
id..... Société zoologique de France, 28, rue Serpente.
id..... Société botanique de France, 84, rue Grenelle-Saint-Germain.
id..... Bibliothèque de l'Université, à la Sorbonne.
id..... Minist. de l'instr. publ., commis. du répert. de bibliogr. scient.
Pau..... Société des sciences et lettres.
Perpignan..... Société agricole, scientifique et littéraire.
Privas..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Reims..... Académie.
id..... Société d'études des sciences naturelles.
Rennes..... Bibliothèque de l'Université.
Rochechouart..... Société des amis des sciences.
Rochefort..... Société de géographie.
Rouen..... Société des amis des sciences.
Saintes..... Commission des arts et monuments historiques.
Sens..... Société archéologique.
St-Etienne..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Toulon..... Académie du Var.
Toulouse..... Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.
id..... Société d'histoire naturelle.
id..... Société archéologique du Midi de la France.
id..... Bibliothèque de l'Université, 2, rue de l'Université.
id..... Société Franco-Hispano-Portugaise.
id..... Société des sciences physiques et naturelles.
id..... Société de botanique, rue Ninau.
Troyes..... Société académique d'agriculture et sciences de l'Aube.

Digitized by Google

Vannes..... Société polymathique du Morbihan.
Verdun ..... Société philomatique.
Versailles..... Société des sciences naturelles et médicales.
id..... Société des sciences morales, lettres et arts.
Vesoul ..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Vitry-le-François... Société des sciences et arts.

ALSACE-LORRAINE.

Colmar..... Société d'histoire naturelle.
Metz..... Société d'histoire naturelle de la Moselle.
Strasbourg..... Société d'horticulture de la Basse-Alsace.
id..... Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.

ALLEMAGNE.

Brême..... ... Société des sciences naturelles.
Brunswick..... Société d'histoire naturelle.
Giessen ..... Société d'histoire naturelle et médicale.
Kœnisberg..... Société physico-économique.
Halle-sur-Saale..... Académie impériale des naturalistes.
Landshut..... Société botanique de la Bavière.

ANGLETERRE.

Londres.. ..... British museum (natural history), Cromwell road.
Manchester..... . Société littéraire et philosophique.

AUTRICHE.

Vienne..... Musée d'histoire naturelle, 1, Burgriny.
Prague..... Société entomologique de Bohême.

BELGIQUE.

Bruxelles..... Société royale malacologique.
id..... Société royale de botanique.

CANADA.

Montréal..... Société d'histoire naturelle.
id..... Société historique de Montréal.
Ottawa ..... Institut Canadien-français.
Québec..... Université Laval.
Toronto..... Canadian institute.
Halifax..... Nova scotian institute of sciences.

Digitized by Google

ETATS-UNIS.

Brooklyn..... Bibliothèque du Muséum de l'Institute de Brooklyn.
Cincinnati..... Office of the Lloyd Museum and Library, 224, West Court street.
Davenport..... Académie des sciences naturelles.
Manille (Philippines).. Académie des sciences.
New-Haven..... Académie des sciences et arts de Connecticut.
New-York..... Société historique.
Philadelphie..... Société philosophique américaine.
Rochaster..... Académie des sciences.
Topeka..... Société historique du Kansas.
id..... Académie des sciences.
St-Louis, M O.. .... Missouri botanical Garden.
Washington..... Société géologique; Smithsonian institution.
id. D. C..... Société des régents de l'institution Smithsonienne.
id. D. C..... Bureau d'ethnologie.

LUXEMBOURG.

Luxembourg..... Société de botanique.
id..... Société des naturalistes luxembourgeois.

MEXIQUE.

Tacubaya..... Observatoire astronomique.

NORWÈGE.

Christiania..... Université royale.

RUSSIE.

Helsingfors..... Société zoologique et botanique de Finlande.
Kiew..... Société des naturalistes.
Moscou..... Société impériale des naturalistes.

SUÈDE.

Goteborg..... Société royale des sciences et belles-lettres.
Upsal..... Institut géologique de l'Université d'Upsal.

SUISSE.

Berne..... Bibliothèque de la société bernoise des sciences naturelles.
id... ..... Société des sciences naturelles.
id..... Société des naturalistes.
Chambézy..... Herbier Boissier (M. Beauverd, conservateur).
Fribourg..... Société friburgeoise des sciences naturelles.
Genève..... Société de physique et d'histoire naturelle.
Lausanne..... Société des sciences naturelles.
Neuchâtel..... Société des sciences naturelles.

URUGUAY.

Montevideo..... Musée national de Montevideo.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Compte rendu de la Société des Sciences naturelles, par M. SOENEN	v
De l'alimentation des animaux domestiques, par M. William DUBOURG :	
Définitions. Composition du corps de l'animal	1
Principes immédiats des aliments	7
De la digestion	18
Valeur alimentaire des fourrages	27
De la digestibilité des aliments	38
Valeur relative, valeur marchande des substances alimentaires	47
Valeur dynamique des aliments	58
Ration d'entretien	63
Alimentation des jeunes	92
Alimentation artificielle	98
Huile de foie de morue	106
Equivalents isoglycosiques de certains aliments concentrés	121
Rations de production	128
Travail	128
Avoine, orge et froment	141-145
Mélasse	150
Engraissement	156
Formation de la viande	161-165
Facteurs de rationnement	168
Tableau d'accroissement. — Applications	177
Production du lait	203
Origine des principes du lait	207
Energie nécessaire à leur formation	209
De quelques fourrages pour la production du lait.	220
L'air liquide, par M. Albert TURPAIN	229
Liste des membres et des Sociétés correspondantes	253

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

LA CHARENTE-INFÉRIEURE

Digitized by Google

La Société des Sciences naturelles
a été reconnue établissement d'utilité publique
par décret du 4 septembre 1852.

Digitized by Google

ACADÉMIE DE LA ROCHELLE

SOCIÉTÉ

DES

SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

ANNALES DE 1908-1909-1910

N° 36

LA ROCHELLE
IMPRIMERIE E. MARTIN, RUE DE L'ESCALE, 20

1911

Digitized by Google

Digitized by Google

COMPTE RENDU

DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

D'APRÈS LE REGISTRE DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉES 1908-1909-1910

Au cours de ces trois années, les séances ont été régulièrement tenues tous les mois, sauf en août et septembre, les mois de vacances. En suivant l'ordre chronologique voici un aperçu rapide des communications les plus importantes qui y furent faites.

ANNÉE 1908

Dans le courant de l'année, nous avons eu le plaisir de voir notre ancien collègue, M. le Dr Drouineau, revenu à La Rochelle, reprendre parmi nous sa place assidue.

Janvier. — Au début de cette séance, M. le Président annonce à ses collègues le décès de M. le général Moreau, un des membres les plus assidus des séances mensuelles. Pour lui rendre un dernier témoignage d'estime, la séance est levée en signe de deuil.

Digitized by Google

A la reprise de la séance, M. Musset transmet un don de Mme Soulbieu, consistant en deux paquets d'algues recueillies dans toutes les mers du globe et classées par d'Orbigny.

M. Cailloux communique un article de M. Coutière, sur le *Nephrops Norwegicus*, crustacé comestible bien connu sur le marché de La Rochelle, sous le nom vulgaire de *Langoustine*.

Février. — La séance est occupée en grande partie par la question de météorologie dont nous parlerons plus loin et l'exposé de la situation financière par notre dévoué trésorier, M. Couneau.

M. Bernard présente ensuite un poisson fort rare, dont on ne possède que peu de spécimens, le *Ruvettus Pretiosius Val.*, ramené par un chalutier à vapeur et offert par M. Gufflet, armateur.

Les séances de *Mars*, *Avril* et *Mai* sont occupées par l'analyse des mémoires et publications des sociétés correspondantes et la distribution aux membres présents du Tome X de la *Flore de France* de Rouy, éditée par la Société.

Juin. — M. Eury, qui vient de soutenir sa thèse de doctorat en Pharmacie, donne des détails sur le sujet qu'il a traité : *Quelques combinaisons de l'oxyde de mercure avec les pyrazolones.*

M. Dubourg présente des observations sur la toxicité de la noix vomique pour les volailles et des explications sur le remplacement de l'albumine par la caséïne dans certaines industries.

Juillet. — M. Couneau, au nom de M. J. Delmas, donne lecture d'une note relative à la *pile Basset*.

Octobre. — La correspondance accumulée pendant les vacances comprend, entre autres documents intéressants, un travail de notre jeune compatriote M. A.

Digitized by Google

Lancien, présenté devant la Faculté de Poitiers, pour l'obtention du grade de Docteur ès-sciences et qui valut à son auteur la note très-bien, ainsi qu'en témoigne M. le Professeur Turpain. Celui-ci offre à la Société la deuxième édition de son volume des *Ondes Electriques* et dans une causerie des plus attrayantes, il met la Société au courant des derniers progrès réalisés par cette branche de la science qui s'occupe spécialement des ondes hertziennes. C'est ensuite un aperçu des plus documentés sur les principales questions traitées au Congrès du Froid.

Novembre. — Après les félicitations de M. le Président à M. le Dr Guillemin, qui vient d'obtenir un prix de la Faculté de médecine de Bordeaux, M. le Dr Drouineau fait une communication sur la situation démographique de la France et compare les courbes des natalités et mortalités depuis 1872.

Décembre. — Cette année, marquée au début par un décès, se termine hélas ! par celui d'un de nos plus vieux sociétaires, M. Périer père. En ouvrant la séance, M. le Président prononce quelques mots en son souvenir.

La question de météorologie fut longuement discutée au cours de ces séances.

La Sociéte possédait en effet des appareils enregistreurs qui avaient été confiés à M. le Directeur de l'Ecole normale d'instituteurs pour faire faire les observations par les élèves de l'Ecole.

Au début de l'année, la commission de météorologie décida d'installer un observatoire météorologique et d'en confier la direction à notre collègue M. Fournier, le distingué directeur du Laboratoire municipal.

Après de nombreux pourparlers, les instruments

Digitized by Google

furent transportés au Jardin des Plantes où l'installation fut terminée dans le courant de l'année 1909.

Depuis, les observations y sont faites avec une précision des plus rigoureuses et viennent constituer des documents très importants appelés à rendre de grands services dans un avenir assez rapproché.

ANNÉE 1909

Membre admis pendant l'année : M. Borde, pharmacien à La Rochelle.

A la séance de *Février*, M. Bernard fait connaître qu'il vient de recevoir de M. le Professeur Turpain, un travail sur les *Ondes dirigées en Télégraphie sans fil.*

La Société décide que ce travail sera publié dans les prochaines *Annales* (1).

Mars. — M. Musset présente une série de stalactites et stalagmites. M. le Dr Drouineau fait une longue et intéressante communication sur l'influence de l'Immigration urbaine et son retentissement sur la natalité et la mortalité.

Avril. — M. Bernard entretient la Société de l'échouage sur nos côtes :

1° D'un Pèlerin de forte taille trouvé mort vers l'embouchure de la Gironde, le 30 mars ;

2° D'une baleine de 27 mètres de long trouvée morte par un chalutier à vapeur et ramenée à Arcachon ;

3° D'une autre baleine, un peu plus petite, échouée sur la côte sauvage de l'Ile d'Oleron ;

4° Enfin d'un baleineau, échoué à Boyardville.

Il donne des détails sur le Pèlerin, *Selache maximus*, Cuv., qui fut remorqué jusqu'au port de La Rochelle et amené à sec au chantier de construction.

---

(1) Voir p. 1.

Digitized by Google

M. de Labonnefon expose les mœurs de certains papillons. Il rend compte des curieuses expériences qu'il dut instituer et qui l'amenèrent à constater que le sens de l'odorat est situé dans leurs antennes (1).

Juin. — M. le Dr Drouineau dépose un ouvrage de son fils le Dr A. Drouineau. Ce travail honoré par l'Académie de Médecine d'une mention du prix *Larrey* et préfacée par le Dr Bertillon, traite de la *Géographie médicale de l'île de Ré.*

Octobre. — Une explosion de gaz étant survenue quelque temps auparavant, rue Alcide d'Orbigny, M. Fournier communique les phénomènes curieux révélés à cette occasion par le baromètre enregistreur de la station météorologique du Jardin des Plantes. Puis il parle des progrès réalisés pour arriver à la *Télévision,* expose ses expériences personnelles et le résultat de ce qui a été tenté dans ce sens à l'étranger.

Novembre. — Sur la demande de M. le Dr Drouineau, M. Fournier précise les différences entre la *télévision* et la *téléphotographie* qu'il faut se garder de confondre.

M. Bernard présente : 1° une femelle de *Héron pourpré,* tuée dans les environs ;

2° Un poisson nouveau pour notre collection, apporté en assez grande quantité depuis quelques années par les chalutiers à vapeur. Il s'agit du *Beryx decadactylus* décrit par Valencienne sur exemplaire reçu des îles Canaries et mentionné dans la *Faune Ichthyologique* de Moreau, comme rare seulement dans la Méditerranée. Il n'a pas de nom vulgaire, nos mareyeurs l'appellent simplement *Dorade rouge.*

M. de Labonnefon fait une curieuse communication

(1) Cette communication fait l'objet du très intéressant mémoire qu'on lira plus loin. Voir p. 11.

Digitized by Google

sur les dégâts causés dans une solive par la larve d'un coléoptère xylophage, l'*Apate muricatus* Fab.

Décembre. — M. Vivier lit les articles parus dans les grands quotidiens au sujet de la découverte de MM. Fournier et Rignoux, la *Télévision* dont M. Fournier nous avait déjà entretenu.

M. de Labonnefon fait une communication pleine d'intérêt sur les Termites Lucifuges, ces insectes dévastateurs qui abondent dans notre région et démontre que ce Nevroptère n'est pas d'origine exotique, mais réellement indigène.

ANNÉE 1910

M. Daire, professeur à l'Ecole Industrielle de Laiterie de Surgères, est admis membre de la Société.

Les premières séances de cette année sont occupées par l'analyse des publications scientifiques de nos correspondants. M. le Dr Drouineau en fait à lui seul la majeure partie et de ses communications naissent entre les membres présents des discussions intéressantes.

A la séance de *Mai*, M. Borde, qui vient de passer son doctorat en Pharmacie, donne des explications sur sa thèse intitulée *Etude Pharmacognosique du Crithmum Maritimum* L., la Criste Marine de nos côtes.

M. Bernard présente un lézard à deux queues en donnant l'explication de l'origine de ce phénomène de régénération, d'ailleurs assez fréquent.

Juin. — M. le Dr Drouineau ayant observé dans des circonstances assez bizarres, un cas de phosphorescence sur du poisson mort, M. de Labonnefon précise que ces phénomènes se produisent toujours dans des conditions déterminées de température et d'humidité

Digitized by Google

et cite de nombreux cas de phosphorescence, quelques-uns d'ailleurs fort curieux, dont il fut le témoin.

Juillet. — M. Cailloux présente un appareil de MM. Perrin, appelé *Galacthydromètre,* basé sur la résistivité du lait et permettant de déterminer, en quelques secondes, le degré de mouillage d'un lait fraudé.

Octobre. — Pendant les vacances, la correspondance et les publications se sont accumulées. Nous y remarquons le très intéressant ouvrage de notre collègue, M. Soënen : *La pharmacie à La Rochelle avant 1803. Les Seignette et le sel polychreste,* qui fut présenté par son auteur devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux pour l'obtention du titre de *docteur d'Université.* Pendant cette période également, s'est échoué vivant sur les côtes de l'Ile d'Oléron, un monstre marin que les habitants s'empressèrent de mutiler et de vendre à un mareyeur de La Rochelle, chez lequel M. Bernard, avisé du fait, fut le voir.

Sur sa demande on en fit don au Muséum, après en avoir retiré les matières industriellement utilisables.

Il s'agit du *Koggia breviceps* Blainv., espèce rarissime dont on verra plus loin la description et la photographie.

Novembre. — En ouvrant la séance M. le Président exprime les regrets de la Société pour la perte qu'elle vient de subir en la personne de M. le Dr Brard.

Notre collègue M. Vieljeux a fait adresser à M. Bernard une production marine appartenant aux Spongiaires, échantillon de grande dimension, dragué dans les parages du cap Finistère par un fond de 200 mètres. M. Bernard nous en donne la description et nous annonce qu'il s'est mis en rapport avec M. Joubin pour arriver à identifier ce spécimen qui lui paraît fort rare.

Digitized by Google

M. Bernard présente ensuite un champignon qu'il considère comme non décrit et qu'il baptise du nom de *Lepiota irreperta*.

A la séance de *Décembre*, M. Bernard communique le résultat de son enquête au sujet de l'identification de l'éponge. M. Joubin l'a mis en rapport avec M. Topsent, professeur à la Faculté de Dijon, qui s'est spécialisé dans l'étude des Spongiaires.

Il en résulte que le spécimen gigantesque que nous possédons est une *Geodia Megastrella* (Carter.), de laquelle M. Topsent fait une étude complète. Son travail est reproduit dans les présentes *Annales*.

Tels sont les faits les plus importants qui marquèrent ces trois années.

Il faut ajouter que pendant cette période ont paru les tomes X, XI et XII de la *Flore de France* de notre collègue M. Rouy, cet important travail universellement apprécié dont la Société s'est imposé la lourde tâche d'assurer la publication.

L'ouvrage qui doit comprendre encore trois volumes, constituera la Flore la plus complète de notre pays y compris l'Alsace-Lorraine.

F. BORDE,

Secrétaire.

Digitized by Google

LES ONDES DIRIGÉES

EN

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ET

LE PROBLÈME DE LA SYNTONIE

Dès que les essais de télégraphie sans fil ont été un peu nombreux et qu'on a été amené à disposer au voisinage les uns des autres plusieurs postes, on s'est préoccupé de découvrir des moyens d'assurer entre deux postes déterminés des communications qui ne soient pas troublées par le fonctionnement des postes voisins et que ces postes mêmes ne puissent surprendre.

Le problème de la syntonie ou de la syntonisation consiste à accorder un oscillateur et un récepteur de telle sorte qu'ils utilisent des oscillations électriques d'une longueur d'onde bien déterminée, à l'exclusion de toutes les autres. Suivant l'expression que nous employions en 1900, l'oscillateur doit être *monochromatique*, le récepteur *isochromatique*. De plus, et c'est là que réside l'importance pratique de la solution, cette solution qui doit assurer le secret des transmissions télégraphiques sans fil, doit encore en empêcher le trouble.

Dans l'impossibilité de le résoudre jusqu'à présent sous cette forme totale, les inventeurs se résignèrent à

Digitized by Google

restreindre le problème et se bornèrent à permettre la communication entre deux stations A et B sans influencer une troisième station voisine C. Même restreint à ce cas particulier qui lui enlève la majeure partie de son intérêt pratique, le problème de la syntonie ne paraît pas résolu d'une manière satisfaisante. Toutefois, de récentes expériences au cours desquelles on serait parvenu à produire des ondes électriques dirigées lui redonnent momentanément un regain d'actualité.

Toutes les tentatives de solutions de la syntonie peuvent se grouper autour de quatre principes expérimentaux :

1° L'identité des circuits transmetteurs et récepteurs. Tels sont les systèmes de MM. Lodge et Muirhead (1897), de M. Marconi (1898 et 1899), de M. Brown (1898 et 1900), de M. Ascoli, de M. Stone ;

2° Les dispositifs mécaniques dans lesquels se rangent des dispositifs de M. Blondel, de M. Anders Bull, de M. Walter ;

3° L'emploi de l'arc électrique et de l'arc chantant et l'obtention à leur aide d'ondes électriques entretenues. Les dispositifs de M. de Valbreuze, de M. Cooper Hevitt, de MM. Simon et Reich, de M. Campos utilisent l'arc chantant. Récemment M. Poulsen, en utilisant l'arc chantant de Duddel et au moyen d'ingénieux perfectionnements (1) a pu produire des ondes électriques entretenues et garantir un accord entre stations s'élevant à 1 0/0 près, de telle sorte que, réglés pour fonctionner avec des ondes de 600 mètres de longueur, les dispositifs resteront insensibles aux ondes

(1) A. Turpain, *La production des ondes électriques entretenues et la télégraphie sans fil syntone*, « Revue électrique », 30 juin 1907 n° 84, p. 357.

Digitized by Google

de longueur inférieure à 594 mètres ou supérieure à 606 mètres ;

4° L'utilisation des propriétés des champs interférents au sujet desquels nous nous étendrons un peu plus aujourd'hui parce qu'ils se trouvent à la base de tous les systèmes syntoniques par ondes dirigées préconisés successivement par divers inventeurs.

C'est en 1898 que nous avons fait connaître les propriétés du champ hertzien interférent et que nous avons fait une étude comparative de ce champ et du champ hertzien ordinaire. Les résultats de ces études ont été publiés d'abord en fragments, puis peu après réunis et développés dans un volume publié en 1899 (1), volume que nous avons cru devoir adresser cette année là même (1899) à M. Slaby comme à bien d'autres professeurs allemands.

En 1901, M. Slaby publia plusieurs articles et brochures dans lesquels il fit connaître des dispositions *originales* qu'il aurait trouvées *par une voie purement théorique et confirmée tout d'abord au laboratoire par de nombreuses mesures*. Il suffit de rapprocher nos publications, antérieures de près de deux ans, de celles du professeur allemand pour se convaincre [ainsi que l'a nettement indiqué d'ailleurs M. Ferrié dans son très intéressant ouvrage (2)] que M. Slaby n'a eu qu'à transporter dans le domaine de la télégraphie sans fil les principes expérimentaux que nous avons établis.

L'*originalité* du dispositif de M. Slaby consiste, après avoir fixé au bas d'une antenne une longueur de fil égale à la longueur de l'antenne, de manière à

(1) A. TURPAIN, *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, p 58 à 74 et p. 147. Paris, A. Hermann, 1899.

(2) J. BOULANGER et FERRÉ, *La télégraphie sans fil et les ondes électriques*, 5e édition. Paris, Berger-Levrault, 1904, chapitre VI. Syntonisation, p. 103, note 1.

Digitized by Google

constituer ainsi un champ interférent de 1/4 de longueur d'onde, à disposer le cohéreur à l'extrémité de ce fil de prolongement. En disposant plusieurs fils (fig. 1) de prolongement, M. Slaby pensait pouvoir trier ainsi les ondes à séparer et les faire agir respectivement sur les cohéreurs à la manière que nous avions indiquée antérieurement au cours de nos expériences de multicommunications.

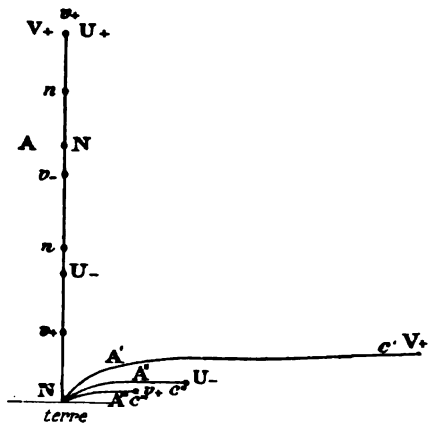


Fig. 1. — Shema représentatif de l'état électrique d'une antenne munie à sa base de trois fils additionnels de longueurs différentes.

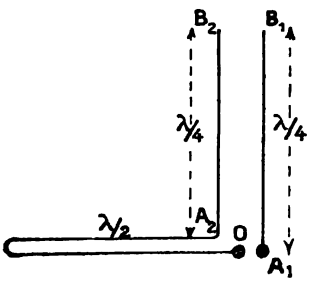
Système Blondel : *Champ de concentration.* — En 1903, M. Blondel (1) préconisa de disposer deux antennes à $\frac{\lambda}{2}$ de distance l'une de l'autre (2). Il dispose,

(1) Nouveau système de radiateur pour la télégraphie sans fil. Communication de M. Blondel faite au Congrès d'Angers de l'A. F. A. S, 8 août 1903 (32e session, 2e partie, p 374 à 380).

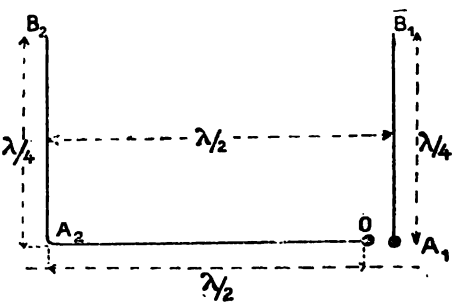
(2) Ce dispositif a été également décrit au cours d'un brevet de M. Brown (brevet n° 14449 du 13 juillet 1899), brevet postérieur à la publication de nos champs interférents mais antérieur aux publications de M Blondel qui, s'il connaissait d'autres brevets que les siens, n'aurait aucune raison de réclamer une priorité (Voir C. R. Acad. des Sciences, 19 octobre 1908) qui ne saurait en aucune manière lui appartenir.

Digitized by Google

comme l'indique d'une manière très nette la figure 1 de son mémoire (dont notre figure 2 donne une copie) deux fils $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ parallèles et reliés aux deux boules d'un oscillateur O, l'un $A_1 B_1$ directement, l'autre $A_2 B_2$, *par l'intermédiaire d'un fil O A_2 présentant une* LONGUEUR ADDITIONNELLE ÉGALE A $\frac{\lambda}{2}$. M. Blondel constitue donc bien là un champ interférent suivant nos données et indications de 1898-1899. Le champ interférent qu'il met en œuvre est de 1/4 de longueur d'onde. De plus, et c'est là l'idée nouvelle et ingénieuse de son dispositif, ou mieux de celui de M. Brown, on place les deux fils de ce champ interférent $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ à une demi-longueur d'onde l'un de l'autre. Il obtient ainsi un champ de concentration d'effet maximum dans le plan des antennes, d'effet nul dans un plan perpendiculaire.



Champ hertzien interférent imaginé par M. Turpain en 1898. C. R. Ac. des Sciences, 28 mars 1898.)
Fig. 2.



Champ de concentration indiqué par M. Blondel en 1903. (C. R. du Congrès de l'A. F. A. S. 1903, Angers, p. 375. COPIE de la figure 1.)
Fig. 3.

Digitized by Google

Tout comme son devancier M. Slaby et à son image, M. Blondel se garde bien de faire connaître l'origine de son heureux perfectionnement. De mêmes mœurs scientifiques que les étrangers, il le baptise de *principe nouveau* (analogue à celui des réseaux en optique, ajoute-t-il). Dès lors M. Blondel va être, par droit de conquête, l'unique inspirateur des perfectionnements de la télégraphie sans fil dirigée.

Si l'on songe que cinq ans se sont écoulés entre nos deux études, on peut sans exagération, nous semble-t-il, déduire que notre idée *première* de combiner l'action de fils présentant entre eux des différences de marche de $\frac{\lambda}{2}$ ne lui fut pas inutile et inspira, peut-être à son insu, son dispositif assez simple mais érigé de suite par lui en principe.

Le seul rapprochement des deux figures 2 et 3 marque nettement la parenté évidente des deux dispositifs et comment le champ de concentration de M. Blondel est fils de notre champ interférent.

L'idée qui me paraît avoir été féconde, — si j'en juge par les résultats obtenus par mes successeurs, — est d'avoir créé cette différence de marche de $\frac{\lambda}{2}$, d'en avoir étudié les effets, d'avoir le premier combiné entre elles des ondes présentant des retards correspondant à $\frac{\lambda}{2}$, ou encore à $\frac{T}{2}$, ou encore à $\frac{\pi}{2}$, et cela à une époque (1898) où les phénomènes des oscillations électriques étaient loin d'être aussi familiers aux physiciens qu'à l'heure actuelle, à une époque où d'ailleurs M. Blondel n'avait pas encore appliqué son très grand talent d'investigation et d'*assimilation* au domaine des ondes électriques.

Digitized by Google

Il n'eut peut-être pas été inutile que M. Blondel indiquât en 1903 la parenté de son dispositif avec le nôtre dont il paraît être le très heureux perfectionnement.

On peut se convaincre en consultant notamment notre note sur le champ hertzien (Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 31 mars 1898, procès-verbaux, p. 125 ; C. R. Ac. des Sciences, 28 mars 1898) et notre mémoire (*Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, p. 56 à 77, et notamment p. 71) que nous avons étudié la combinaison d'ondes présentant non seulement la différence de marche $\frac{\lambda}{2}$, mais aussi la différence de marche $\frac{\lambda}{4}$ au cours de notre étude du champ interférent.

Système Artom. — C'est encore une utilisation de champs interférents que réalise M. Artom. Le retard d'un quart de période imposé entre les deux systèmes d'ondes qui parcourent deux antennes disposées à angle droit est obtenu par un choix convenable de capacités et de self-inductions.

Système Magri. — M. Magri préconise également pour résoudre la syntonie l'interférence des ondes, et son dispositif que nous avons précédemment décrit (1) rappelle l'addition faite par M. Blondel à

(1) A. TURPAIN, *loc. cit.*, « Revue Electrique », 30 juin 1907 n° 84, p. 362.

Digitized by Google

notre champ interférent. Deux antennes verticales identiques sont placées à une distance l'une de l'autre égale à une demi-longueur d'onde. Elles additionnnent leurs effets dans un plan vertical perpendiculaire à celui des antennes.

Système de MM. Bellini et Tosi. — Le système fort ingénieux de MM. Bellini et Tosi, dont il a été fait grand bruit dans la presse quotidienne et au sujet duquel une communication fut faite à l'Académie utilise encore le principe de notre champ interférent et le perfectionnement que M. Blondel, après M Brown, en a tiré dans son champ de concentration. Ici encore les antennes, soit convenablement éloignées, soit convenablement inclinées, soit convenablement excitées présentent un état électrique en parenté immédiate avec celui que nous avons le premier imaginé de donner aux deux fils de concentration du champ hertzien pour le transformer en ce que nous avons nommé champ interférent.

La partie essentielle du dispositif comprend deux conducteurs aériens constituant deux circuits oscillatoires fermés et d'ailleurs sans relation avec la terre. Ces circuits sont disposés dans des plans verticaux. Des bobines fixes sont respectivement intercalées dans les circuits aériens. En faisant varier par une excitation convenable les phases des courants oscillatoires qui parcourent les deux circuits, on obtient un champ résultant dont la direction dépend de ces phases.

On peut en excitant les bobines fixes au moyen d'une bobine mobile enfermée dans les deux premières et pouvant tourner autour de l'axe d'intersection des deux bobines fixes, alors perpendiculaires l'une à l'autre, obtenir la rotation du champ résultant.

Digitized by Google

La bobine mobile d'excitation est reliée à un oscillateur comprenant une capacité et un éclateur.

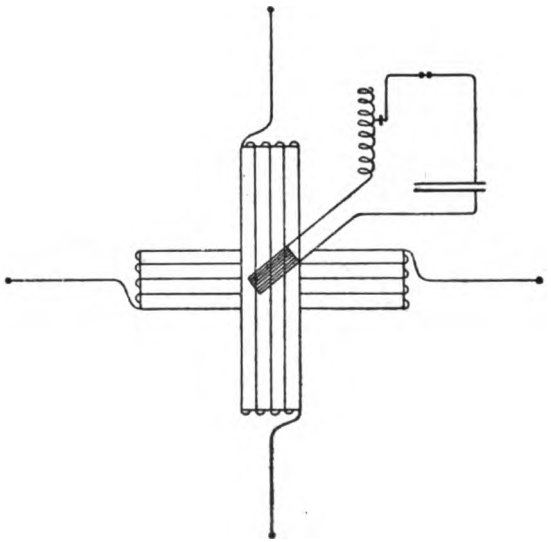


Fig. 4.

C'est dans ce mode d'excitation shématisé par la figure 4 que réside toute l'ingéniosité et toute la nouveauté du dispositif des savants ingénieurs italiens MM. Bellini et Tosi. Ce dispositif rappelle celui utilisé par Ferraris pour engendrer des champs tournants. Avec une entente parfaite des phénomènes qu'ils étudiaient et du problême qu'ils cherchaient à résoudre, MM. Bellini et Tosi ont associé de la façon la plus heureuse *champs interférents*, *champs de concentration* et *champs tournants*. Ils ont ainsi réalisé un dispositif qui est certainement le plus apte à diriger les ondes de tous ceux préconisés jusqu'à eux. Il semble apte également, et nous le souhaitons, à triom-

Digitized by Google

pher des difficultés inhérentes à toute application pratique.

Au poste récepteur un dispositif en tous points identique au dispositif transmetteur est réalisé ; la bobine mobile comprend seulement dans son circuit, au lieu d'un excitateur, un détecteur d'onde.

A l'aide de deux circuits oscillants fermés et des appareils rotatifs d'excitation et de réception, MM. Bellini et Tosi ont pu transmettre et recevoir dans une direction déterminée sans gêner les stations voisines et sans être gêné par elles. Trois postes étaient disposés au Havre, à Dieppe et à Barfleur, l'angle des directions, Le Havre-Dieppe et Dieppe-Barfleur, est de 23°. Des signaux ont pu être échangés de Dieppe au Havre et de Dieppe à Barfleur sans que ceux destinés à Barfleur soient reçus par Dieppe, ni inversement.

Très souvent on constate, et nous ne faisons ici que le constater une fois de plus, que l'application la plus immédiate de tel ou tel principe expérimental déjà découvert et bien acquis est présenté comme un principe nouveau. C'est ainsi qu'au début de la télégraphie sans fil les premiers essais de M. Marconi furent présentés comme la mise en œuvre de phénomènes nouveaux différents de ceux découverts par Hertz et qu'aujourd'hui encore le nom de Marconi est certainement plus connu, même de l'élite intellectuelle, que celui de Hertz sans les géniales découvertes duquel *toutes* les applications des ondes électriques (télégraphie sans fil et autres) ne seraient pas.

Albert Turpain,
Professeur de Physique à l'Université de Poitiers.

Digitized by Google

LE SIÈGE DE L'ODORAT CHEZ LES INSECTES.

Tous les entomologistes savent que les mâles de certains insectes sont attirés à des distances parfois très considérables par les femelles de leur espèce, cachées sous les feuilles, sous l'écorce d'un arbre, dans un trou de mur ou même dans l'intérieur d'un cocon comme cela arrive pour certaines Psychés ou *Orgyia*.

L'attraction est si puissante qu'une seule femelle attire parfois autour d'elle des centaines de mâles, comme j'ai pu le constater au mois de mai 1908 à La Rochelle, pour le vulgaire Paon de nuit, *Saturnia pyri*.

Les naturalistes se sont souvent demandé comment un insecte pouvait, de si loin, deviner la présence, dans un endroit déterminé, d'un sujet de la même espèce. Les uns ont cru devoir attribuer ce fait à une sensibilité extraordinaire de la vue, les autres à l'ouïe.

L'ouïe est la plupart du temps très faible chez les invertébrés et si un bruit très fort les impressionne quelque peu, ils semblent être sensibles, dans ce cas, aux fortes ondulations atmosphériques produites par la commotion plutôt que par le son lui-même. Ici le toucher serait donc en cause et non l'ouïe, et ce dernier sens ne pourrait être atteint par un bruit que nos oreilles sont elles-mêmes incapables de percevoir.

Quant à la vue, je n'ignore pas qu'elle est parfois très perçante chez les animaux. L'épervier voit du haut des nues la souris des champs tapie contre une motte de gazon. L'alouette qui chante son tire-lire à

Digitized by Google

perte de vue, aperçoit à de très grandes distances le vermisseau qui rampe dans l'herbe. Mais comment les 6,236 facettes qui composent l'œil d'un bombyx pourraient-elles permettre à leur propriétaire de voir au travers des parois d'un mur ou même d'une boîte ou d'un panier, quelqu'un de ses semblables ?

Reste l'odorat. Lorsque des milliers de guêpes ou d'abeilles sont attirées en quelques minutes par un vase d'eau miellée. Lorsque le nécrophore fossoyeur devine de loin le cadavre d'une souris, d'un oiseau ou d'un hérisson. Si des troupes de fourmis découvrent au fond d'un placard sombre le pot de confitures. Quand un chien savamment dressé indique à son maître la présence des truffes enfouies dans la terre, ils ne peuvent être guidés que par un odorat d'une délicatesse inouïe.

C'est le même sens qui guide le Sapronyze, ce diptère minuscule qui se nourrit, à l'état de larve, du cryptogame parfumé qui fait la gloire du Périgord. Cet insecte débile, aux pattes si frêles, aux ailes encombrantes, ne saurait percer le sol pour arriver jusqu'à la truffe. Mais il sait déposer ses œufs à la surface même de la terre, juste au-dessus du lieu précis où se trouve le cryptogame, afin que les larves qui en sortiront puissent y descendre dès leur naissance. (1)

Et je ne veux pour preuve de la délicatesse extrême de l'odorat chez les insectes que les erreurs dans lesquelles ils tombent. Tout le monde sait que l'*arum crinitum* et l'*arum dracunculus* ont l'odeur de la chair putréfiée. Les mouches à viande, les nécrophores, les staphylins, etc., les dermestes et tant d'autres insectes, attirés de loin par ces effluves odorantes, viennent en

1) Fabre.

Digitized by Google

foule sur ces plantes, et, leur méprise est si grande, qu'ils déposent dans les cornets floraux les œufs dont les larves sont vouées à une mort certaine faute des aliments indispensables.

« Les fleurs de certaines asclépiades, originaires du Cap de Bonne-Espérance, les *Stapelia hirsuta* et *variegata*, répandent au loin les exhalaisons fétides de la chair corrompue, et les insectes séduits et trompés par ces émanations mensongères viennent en foule pour mettre en lieu sûr leur postérité. Dupes inconscientes, c'est au dépend de leur propre vie et de celle de leurs descendants qu'ils vont assurer la fécondation et la propagation de la plante ».(Brehm)

Je reconnais que malgré cette évidence, certains auteurs ont refusé d'admettre encore que l'odeur dégagée par la femelle d'un grand nombre de papillons et de coléoptères, les dénonce au mâle à une grande distance. Quelle en est la raison ? La femelle du papillon, disent-ils, ne dégage rien pour notre odorat: comment se fait-il que ce rien puisse saturer de ses molécules un orbe immense d'un bon nombre de kilomètres de rayons ? Ce que ne peut faire l'odeur repoussante d'un cadavre, serait-il possible à l'inodore. Si divisible que soit la matière, l'esprit se refuse à de semblables conclusions. Ce serait rougir un lac avec un grain de carmin, combler l'immense avec zéro.

On pourrait répondre tout d'abord que certaines matières ayant un pouvoir colorant très intense, telle la fluorescine, il peut y avoir aussi des odeurs divisibles presque jusqu'à l'infini.

Mais ces savants ont surtout oublié un fait indéniable, c'est l'extrême sensibilité de certains sens chez les animaux, sensibilité qui ne peut être comparée à celle de l'homme. Quoi de plus merveilleux que le *toucher* chez la chauve-souris qui, après avoir eu les yeux

Digitized by Google

enlevés, vole, sans s'y heurter, au milieu d'un véritable réseau de fils tendus dans une chambre ? Nous ne percevons pas l'odeur du papillon, percevrions-nous mieux sur le sol les *traces* laissées par le passage d'une caille ou d'une perdrix ? Cependant un bon chien de chasse n'hésitera pas une seconde et la façon dont il mènera sa quête prouvera souvent au chasseur que son auxiliaire ne se trompe pas sur l'espèce de gibier qui est passé par là dans la journée.

Il faut bien que le *fumet* du lièvre ou de la perdrix soit doué de la divisibilité étrange qu'on refuse à l'odeur du papillon.

Les mêmes savants ajoutent que, de même qu'un son intense étouffe la faible note et empêche celle-ci d'être entendue, de même qu'une vive lumière éclipse une clarté plus faible, ainsi une odeur très pénétrante doit détruire un fumet moins fort et les essences les plus violentes ; mirbane, naphtaline, huile d'aspic, etc. n'empêchent pas les mâles de certains papillons d'aller dans un appartement à la recherche de la s'y est cachée, donc, ils ne sont pas attirés par l'odeur.

La comparaison ne me paraît pas juste. Opposer un son à une autre ou une lumière très vive à une lumière plus vive, c'est opposer des forces de même nature. Il est évident que la plus forte peut et même doit détruire la plus faible. Mais une odeur, quelle qu'elle soit, ne peut être, de la même façon, opposée à une autre odeur. Leur nature n'étant pas la même, elles pourront se gêner l'une l'autre, se masquer en partie, mais se détruire, jamais.

Et cette odeur si spéciale qui attire le mâle d'un papillon n'est dégagée absolument que par la femelle vierge et disparaît aussitôt que s'est fait l'accouplement. Il est, en effet, très facile de constater que dès

Digitized by Google

qu'un mâle a pu joindre la femelle, les autres cessent de la chercher, et pas un mâle nouveau ne pénètre dans l'appartement. Le même fait se produit lorsque, après un jour ou deux d'attente, la femelle a commencé sa ponte d'œufs non fécondés.

Il me paraît donc bien prouvé que les insectes ont le sens de l'odorat très développé et que c'est à l'aide de ce sens qu'ils se découvrent les uns les autres. Comment, si on leur refuse cette sensibilité qui tient, je l'avoue, du prodige, paurrait-on expliquer la facilité avec laquelle la *Rhyssa persuasoria* découvre et atteint de sa longue tarière pour lui inoculer un œuf parasite, la larve de *Sirex* cherchée à 6 ou 7 centimètres de profondeur, dans l'épaisseur d'un arbre. Comment expliquer que l'ammophile des sables sait trouver sous terre la chenille de *Mamestra brassicæ* ou d'*agrotis segetum*.

Aussi les dissidents sont-ils rares, et la grande majorité des naturalistes est-elle d'accord sur ce point. Mais ils cessent de s'entendre lorsqu'il s'agit de déterminer le siège de la perception des odeurs. Cuvier, Lehman, Duméril, Lacordaire et bien d'autres, sous prétexte que l'air étant le véhicule nécessaire des odeurs, il devait pénétrer pour y porter les mollécules odorantes dans des cavités, prétendirent que les sensations olfactives ne pouvaient être perçues que par les voies respiratoires, c'est-à-dire, en l'espèce, par les stigmates placés sur les divers anneaux dont est composé le corps d'un insecte.

D'autres : Lyonet, Marcel de Serres, supposaient que les palpes labiaux et maxillaires percevaient les odeurs. Quelques-uns, enfin, tels Blainville, Réaumur, Perris, supposèrent que les antennes toujours portées en avant pendant la marche et le vol, devaient être le siège de plusieurs sens et en particulier, de

Digitized by Google

l'odorat. Ceux-ci avaient raison. Mais aucun, sortant d'une simple hypothèse, n'a, que je sache, essayé d'établir par des expériences la preuve de ce fait. Seul, Hauser (1880) a publié sur la physiologie et l'histologie des antennes, organes de l'odorat, un mémoire accompagné de figures où se trouvent représentés les orifices servant, d'après lui, à percevoir les sensations olfactives.

J'ai fait moi-même, pendant quelques années, une série d'expériences sur quelques coléoptères nocturnes, comme *Lucanus cervus* et surtout sur un grand nombre de lépidoptères hétérocéres du genre Bombyx. Elles me permettent, je le crois du moins, de conclure d'une façon absolue, à la présence du sens olfactif dans les antennes. Il m'a paru intéressant de les rapporter.

Au mois de juillet 1904, ayant fait, dans une cage ad hoc, l'éducation d'un certain nombre de chenilles de *Saturnia pyri*, le plus grand des lépidoptères d'Europe, une de mes élèves, parvenue à son complet développement, trouva le moyen de disparaître et mes recherches pour la découvrir étant restées infructueuses, j'oubliais ma chenille au bout de quelques jours.

Un soir du mois de mai de l'année suivante, 1905, par un temps chaud et orageux, travaillant, vers dix heures du soir, à mon bureau, la fenêtre ouverte, je vis arriver un mâle de Paon de nuit, puis un autre, puis un troisième. J'en eus dix dans l'espace d'un quart d'heure. Persuadé que la lumière de ma lampe attirait ces insectes et fatigué de leur importunité, je pris le parti de fermer ma fenêtre. Mais, quelle ne fut pas ma surprise d'entendre, quelques minutes après, du bruit dans l'intérieur d'un tuyau de $0^{m}10$ de diamètre, servant à évacuer la fumée d'un petit poêle destiné à chauffer mon cabinet pendant l'hiver.

Digitized by Google

Le bruit venant d'en haut descendit peu à peu, puis se fit entendre dans le poêle lui-même, d'où sortit bientôt un mâle de Paon de nuit. Il avait pénétré chez moi par la seule ouverture communiquant au dehors. Je le laissai faire et le vis bientôt se diriger vers un point de ma bibliothèque, essayant d'y pénétrer. Intrigué, j'enlevai quelques volumes et trouvai accrochée à son cocon, tissé là, l'année précédente, par la chenille que j'avais perdue, une femelle de Paon de nuit nouvellement éclose. J'arrêtai aussitôt le nouveau venu et résolus de profiter de l'occasion pour faire une expérience.

Le lendemain, la femelle fut enfermée dans un panier couvert et placée dans une armoire. Vers dix heures du soir, les mâles commencèrent à arriver.

Les vingt premiers entrés dans l'appartement, dans l'espace de trois quarts d'heure furent saisis et marqués au fur et à mesure de leur arrivée. Les nombres pairs reçurent, d'un coup de ciseau, une échancrure à l'aile antérieure droite. Les nombres impairs, plus maltraités, subirent l'ablation complète des antennes. Tous, placés dans une boîte, furent aussitôt portés à 500 mètres de la maison, dans un endroit d'où ils ne pouvaient voir la lumière de ma lampe et mis en liberté. A onze heures, huit des mâles marqués à l'aile étaient revenus dans mon cabinet. Mais pas un seul de ceux dont j'avais abattu les antennes, ne reparut.

Cette expérience, décisive en apparence, pouvait donner lieu à une objection sérieuse, on ne manqua pas de me la faire. Une échancrure faite à l'aile d'un papillon peut sans doute le gêner dans son vol, mais elle n'est pas plus douloureuse pour l'insecte qu'un coup de ciseau dans sa toison ne le serait pour une brebis. Pouvait-on en dire autant de l'ablation des

Digitized by Google

antennes, et n'était-il pas probable que la douleur ait empêché le retour des sujets amputés.

J'aurais pu répondre que la sensation de la douleur est souvent nulle chez les insectes. Fabre n'a-t-il pas vu un philante apivore continuant à sucer le miel d'une abeille pendant qu'une mante religieuse était en train de dévorer l'abdomen du ravisseur. Nordlinger rapporte qu'une *Gryllotalpa vulgaris*, ayant été coupée en deux, d'un coup de bêche, on trouva, au bout d'un quart d'heure, la moitié antérieure de l'insecte en train de manger la moitié postérieure.

Quoiqu'il en soit, l'éclosion d'une seconde femelle de Paon de nuit provenant de mes élevages, me fournit peu de jours après l'occasion de renouveler mon expérience. Cette fois, je divisai en trois lots les trente-cinq mâles entrés chez moi, dans l'espace de quelques minutes. Le premier et le second lot furent traités comme à la première expérience. Quant au troisième lot, je lui laissai intactes les ailes et les antennes, mais pensant que la douleur, si douleur il y avait, serait aussi grande dans l'amputation des membres, j'enlevai indifféremment deux pattes sur six à chaque papillon. Le tout fut aussitôt porté à 500 mètres de distance et mis en liberté. Au bout d'une heure j'avais constaté le retour de neuf sur onze des papillons marqués aux ailes. Sept sur onze de ceux qui avaient perdu deux pattes revinrent aussi. Quant à ceux qui n'avaient plus d'antennes, un seul était revenu. J'ai supposé qu'en volant il s'était trouvé par hasard dans le cône lumineux projeté au dehors par ma lampe, car, au lieu de voleter comme ses congénères, à la recherche du panier contenant la femelle, il persista à tourner autour du foyer lumineux.

Au mois de juin de l'année suivante, 1906, une éducation assez importante du *bombyx mori* faite pour obtenir

Digitized by Google

des soies artificiellemeut colorées dans les glandes mêmes de l'insecte, me mit à la tête de quelques centaines de cocons magnifiques.

J'assistai un matin, vers six heures, à l'éclosion de 80 papillons et, saisissant chacun d'eux à la sortie du cocon, je plaçai séparément mâles et femelles dans deux boîtes d'égale grandeur, dont les parois rugueuses avaient 0m15 de hauteur. Les couvercles étaient inutiles, le papillon du mûrier ne volant pas.

Les boîtes furent immédiatement placées dans deux chambres différentes et abandonnées pendant six heures pour permettre aux insectes d'allonger leurs ailes et de se ressuyer.

A midi, je portai dans mon cabinet, d'abord les femelles. Je plaçai ensuite la boîte contenant les mâles près de la première. Aussitôt, les derniers papillons qui, cependant, ne pouvaient voir ceux de l'autre boîte, entrèrent en effervescence et se mirent à gravir les parois de leur boîte pour rejoindre les femelles.

Je les attendais au passage. Dès qu'ils arrivaient au sommet, d'un coup de ciseaux j'abattais auxuns une ou les deux antennes, à d'autres des pattes, à d'autres une aile, à d'autres enfin, l'*abdomen tout entier*.

Les mâles, qui n'avaient plus d'antennes, s'arrêtaient aussitôt et restaient immobiles. Ceux qui n'avaient perdu qu'une antenne hésitaient un moment, puis, pour la plupart, continuaient leur chemin. Quant à ceux qui avaient perdu une aile ou des pattes, ils allèrent presque tous s'accoupler. J'ai vu alors des mâles ayant perdu tout l'abdomen, n'ayant plus que la tête, les pattes et le corselet, tourner pendant cinq et six heures autour d'une femelle, cherchant à se mettre en contact avec elles à l'aide d'organes qu'ils n'avaient plus.

Je vis aussi s'accoupler quelques mâles sans an-

Digitized by Google

tennes, mais j'avais dû les placer moi-même auprès des femelles qu'ils voyaient cependant du haut de leur boîte, mais qu'ils n'avaient pas cherché à rejoindre.

De ces expériences, je crois pouvoir conclure d'une façon absolument certaine, que le siège de l'odorat chez les insectes réside vraiment dans les antennes, ce qui expliquerait, chez un grand nombre de mâles de papillons de la famille des bombycites, le développement extraordinaire de cet organe.

C. DE LABONNEFON.

12 février 1909.

Digitized by Google

KOGIA BREVICEPS Blainville

Le 3 septembre 1910, des pêcheurs des villages de Chaucre et de Domino (île d'Oléron), visitant leurs écluses (1) entre deux marées, trouvèrent dans l'une d'elles un cétacé vivant. N'ayant d'autres armes que leurs couteaux et leurs espadons (2) et, obligés de s'en rendre maîtres entre deux marées, c'est-à-dire avant le retour du flot, ils le tuèrent avec ces instruments et le chargèrent sur une charrette pour l'amener au village. Il fut acheté par Mms Baron, mareyeuse à La Rochelle, et transporté dans cette ville pour en extraire la graisse et les autres produits réalisables.

Ayant eu connaissance de ces faits, et désireux de voir cet animal, je me rendis au dépôt de Mme Baron, où je trouvai M. Biret, son gendre, qui me montra ce cétacé qu'il prenait pour un jeune cachalot. Je lui fis remarquer que la présence de la nageoire dorsale et la forme de la tête s'opposaient à cette conjecture, mais que, néanmoins, l'espèce me paraissait intéressante et ferait très bonne figure dans notre Musée départemental. Le lendemain, je reçus de Mme Baron l'avis qu'elle offrait gracieusement au Muséum Fleuriau son « poisson souffleur » à condition que « tout l'intérieur lui soit rendu », ce à quoi je m'engageai.

Le « poisson souffleur » qui était un *Kogia*, comme on le verra plus loin, nous fut amené sur une charrette le 8, c'est à dire cinq jours après sa capture, dans un

(1) Nom donné aux vastes parcelles de rivage concédées par la Marine et qui, entourées d'une sorte de muraille en pierres sèches, retiennent le poisson qui s'y trouve engagé quand la mer se retire.

(2) Longues barres de fer servant aux propriétaires des écluses à tuer les poissons pris dans celles-ci.

Digitized by Google

état de décomposition déjà manifeste par les exhalaisons nauséabondes qui en émanaient.

Dans l'impuissance où son énorme poids nous mettait de le mouvoir, je dûs en noter les caractères et en faire les mensurations utiles pour sa détermination future sans le déplacer, tout affaissé et déformé qu'il était par son propre poids ; aussi ces dernières sont-elles parfois approximatives seulement. De même, Barbier, notre préparateur et son fils qui lui servait d'aide, furent-ils obligés d'en opérer le dépècement et d'en extraire, par fragments, toute la partie interne réservée par Mme Baron, sur la charrette, dans des conditions fort difficiles.

Il en résulte que des observations très intéressantes n'ont pu être faites, d'autant moins que les organes, les viscères notamment, avaient été abominablement détériorés et mutilés par les moyens employés pour la mise à mort. En effet, indépendamment des coups de couteau et d'espadon dans les flancs, on lui avait profondément introduit par la bouche, les yeux et l'évent ce dernier instrument qui avait brisé une douzaine de dents, agrandi les yeux, déformé l'évent et causé de grands dégâts parmi les organes internes. La cavité thoracique était pleine de sang noirâtre et d'un abondant liquide huileux de même couleur ; les membranes et parois stomacales étaient recouvertes d'un enduit noir également ; coloration probablement causée par les glandes de noir des sèches ingérées, à en juger d'après la grande quantité de becs de ces céphalopodes trouvée dans cette cavité.

Le sujet était un mâle et avait les dimensions suivantes :

Longueur du bout du museau à la réunion des deux lobes de la queue..... 3 m. 30

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Longueur du bout du museau à la base antérieure de la nageoire dorsale..... 1 m. 60

Circonférence à la base antérieure des nageoires pectorales..... 1 m. 85

Circonférence à la base postérieure des nageoires pectorales..... 2 m. »

Circonférence à la base antérieure de la nageoire dorsale..... 1 m. 80

Circonférence à la base de la nageoire caudale..... 0 m. 40

Event déformé, le bord antérieur en forme de croissant très ouvert paraît intact, tandis que le bord postérieur, oblitéré par l'introduction de l'espadon, a pris une forme circulaire. Il est placé obliquement par rapport à la ligne dorsale et déjeté à gauche. Sa longueur mesure 0m055 ; sa largeur 0m025 et la distance de son bord antérieur à l'extrémité du museau est de 0m30.

Tête très grosse, en forme de cône tronqué obliquement de haut en bas, vue de profil, aminci sur les côtés, vue de face.

Profil de la hauteur au niveau des yeux.. 0 m. 43

— — au bout du museau.. 0 m. 22

Profil de la largeur au niveau des yeux.. 0 m. 40

— — au bout du museau.. 0 m. 18

Profil de la hauteur à l'extrémité de la mandibule, celle-ci comprise ..... 0 m. 30

La mandibule ou mâchoire inférieure est plus étroite et plus courte que la partie supérieure de la tête, son extrémité est en retrait de près d'un décimètre sur celle du museau. Vue en dessous, elle a une forme triangulaire mesurant 0m14 à sa base et 0m04 à son extrémité ; la distance de celle-ci à la commissure des lèvres est de 0m17.

Digitized by Google

Seule elle est garnie de dents qui sont au nombre de 28, soit 14 de chaque côté. Celles-ci sont légèrement recourbées vers l'intérieur, espacées entre elles de 6 à 8 millimètres, rondes à la base et terminées en une sorte de biseau arrondi à leur extrémité externe ; leur saillie hors de la mandibule s'allonge progressivement, mesurant 0m013 à l'avant (les 4 premières sont parmi les absentes), et 0m022 à l'arrière ; leur diamètre à la base suit une progression analogue, allant de 0m007 à 0m009.

Les yeux ayant été crevés se trouvaient trop déformés et agrandis pour être décrits. Ils ont servi à faire les mesures suivantes :

Distance du bord antérieur de l'œil à l'extrémité de la mandibule.....	0 m. 37
Distance du bord antérieur de l'œil au bord saillant du museau.....	0 m. 44
Distance du bord antérieur de l'œil à la commissure des lèvres.....	0 m. 25
Distance du bord postérieur de l'œil à la base postérieure de la nageoire pectorale.	0 m. 45
Distance du bord postérieur de l'œil à l'ouverture du foureau..	1 m. 48
Distance du bord postérieur de l'œil à l'ouverture de l'anus.....	1 m. 78
Distance du bord postérieur de l'œil au milieu de la queue.....	2 m. 50
Distance du bord postérieur de l'œil à la base antérieure de la nageoire dorsale.....	1 m. 25

Nageoires :

La dorsale recourbée et échancrée en arrière et terminée en pointe arrondie, mesure, en hauteur 0m16 et en largeur à sa base 0m32.

Les pectorales élargies vers le milieu et terminées

Digitized by Google

en pointe arrondie, mesurent en longueur 0^m47 ; en largeur à la base 0^m12 ; vers le milieu 0^m16 et vers la pointe 0^m05.

La caudale est divisée en deux lobes bien séparés par la terminaison du corps précédée de trois protubérances continuées en saillie jusqu'à la fin de la ligne dorsale. Son grand diamètre est de 0^m80 et perpendiculairement à celui-ci, chacun des lobes a de 0^m25 à 0^m27 dans sa plus grande largeur.

La coloration générale est d'un gris-noirâtre sur le dos avec des taches sans ordre défini d'un blanc-rougeâtre sur les flancs ; le ventre est blanc-sale.

La verge est grosse et longue, s'effilant en pointe comme celle du taureau. Elle mesure 0^m22 dans sa plus grande circonférence et sa longueur est de 0^m65. Chaqne testicule est beaucoup plus gros que le poing.

N'arrivant pas à déterminer son espèce avec les ressources bibliographiques à ma disposition, j'en envoyai un dessin schématique accompagné de quelques notes à M. le professeur Joubin, qui me répondit aussitôt que ce devait être un *Kogia breviceps* Blainv. « espèce rarissime ». En effet, jusqu'ici, un seul individu capturé en Europe avait été signalé par M. le professeur Delage (1). Cet animal, de deux mètres de long, avait été trouvé échoué aux environs de Roscoff en décembre 1905, mais tellement abîmé que la tête seule a été mise dans un mélange conservateur pour l'étude.

C'est donc, je crois, le premier de cette espèce figurant dans un Musée d'Europe (2).

---

(1) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. CXLII, p. 258.

(2) Depuis, M. Ed. Danois, naturaliste du service scientifique des pêches maritimes au Laboratoire de Roscoff, a publié, dans les comptes rendus t. 151, p. 690, une note sur le spermaceti et, dans les Archives de zoologie expérimentale et générale, 5e ser., t. VI, no 4, p. 149, une Etude très détaillée sur Anatomie de la tête de ce *Kogia breviceps* Blainv., échoué à Roscoff.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sur une magnifique GEODIA MEGASTRELLA Carter

DU

MUSÉUM DE LA ROCHELLE

PAR E. TOPSENT

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon

H. J. Carter décrivit en 1876 (1) deux Géodiides qu'il nomma *Geodia megastrella* et *G. megastrella* var. *lævispina*. Il en avait été recueilli par le *Porcupine*, dans les parages du Cap Saint-Vincent et par les profondeurs de 680 mètres et 530 mètres environ, de la première un petit spécimen hémisphérique fixé sur un morceau de *Corallistes Bowerbankii* et, de la seconde, un simple fragment d'écorce de 25 millimètres carrés seulement, avec très peu de chair adhérente.

En 1888 (2), W. J. Sollas, procédant à la révision des *Geodia*, retraça, d'après des préparations qu'il en fit, une description succincte de *G. megastrella*. Quant à la soi-disant variété *lævispina*, dont il se borna à rappeler quelques caractères de spiculation, il ne l'admit que sous réserve dans le genre *Geodia*.

Enfin, en 1903, von Lendenfeld, dans son essai sur la systématique des *Tetraxonia* (3), inscrivit *Geodia*

(1) CARTER (H. J.), *Descriptions and Figures of deep sea Sponges and their spicules, from the Atlantic Ocean* (Ann and Mag. of nat. hist., sér. 4, vol. XVIII).

(2) SOLLAS (W. J.), *Report on the* Tetractinellidæ (Rep. on the scientific results of the Voyage of H. M. S. *Challenger* during the years 1873-1876, vol. 25, part 63).

(3) LENDENFELD (R. VON), *Tetraxonia*, Das Thierreich, 19 Lieferung Berlin, 1903.

Digitized by Google

megastrella Carter dans le genre *Caminus* et supprima *G. megastrella lævispina* comme un simple synonyme de *Caminus megastrella* (Carter).

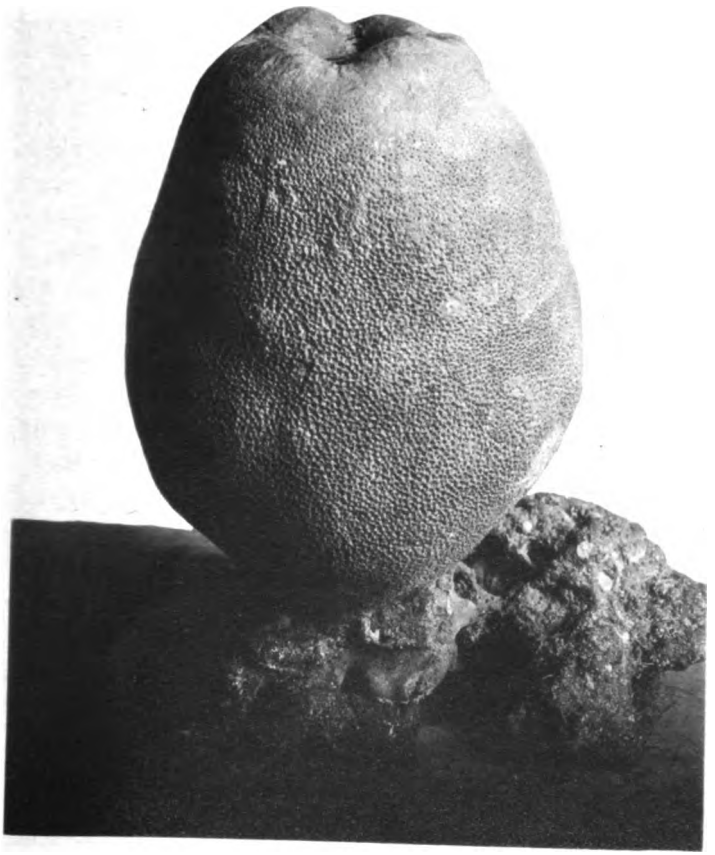
Ces mesures, à mon avis, ont été basées sur des appréciations inexactes. D'une part, le fragment qui a servi à la description de *G. megastrella lævispina*, quoique trop petit pour permettre d'affirmer s'il s'agissait d'une *Geodia* plutôt que d'un représentant de quelque genre voisin, se distinguait nettement de *Geodia megastrella* par ses spicules : Carter a insisté sur la différence de forme des chiasters somiques de ces deux Éponges et l'on reconnaît entre elles, à ses dessins, une différence notable de taille, celles de ? *G. megastrella lævispina* ayant sensiblement le même diamètre que les petites asters choanosomiques de *G. megastrella ;* ce caractère, ajouté à celui des grandes oxyasters et à l'absence d'une deuxième sorte d'asters choanosomiques, justifie tout au moins le maintien d'une variété, en attendant qu'on sache s'il n'y aurait pas lieu d'admettre une espèce de plus.

D'autre part, l'occasion s'offre à moi de montrer que *Geodia megastrella* Carter n'est pas un *Caminus*.

Sur l'invitation de M. le Dr L. Joubin, le distingué professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris, M. Bernard, directeur des Musées de La Rochelle, m'a demandé la détermination d'une magnifique Éponge draguée avec son support, en 1910, par un chalutier à vapeur, à environ 200 mètres de profondeur dans les parages du Cap Finisterre (Espagne), et destinée à la collection zoologique de la Ville de La Rochelle.

Il s'agit d'une Géodiide, intéressante à la fois par sa forme et par ses dimensions. Fixée à la roche par une base relativement étroite, elle se dresse comme un œuf gigantesque, de couleur fauve, ne mesurant pas moins de $0^{m}4$ de hauteur et atteignant $0^{m}3$ à $0^{m}35$ de dia-

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

mètre maximum. Sa croûte fort dure est toute piquée de pores cribreux. Un orifice large de 5 centimètres, aux bords arrondis, lisses et plus pâles que le reste, donne en son sommet accès dans une cavité spacieuse, profonde de 22 centimètres. Une collerette étroite et mince en garnit l'entrée. La spiculation de cette Éponge possède tous les traits caractéristique de celle que Carter a nommée *Geodia megastrella* et sa cavité, qui a la signification d'un cloaque, établit qu'on a bien affaire à une espèce du genre *Geodia*.

Interprétant strictement les données sommaires que la petite taille du spécimen-type avait seules pu fournir, Lendenfeld n'a accordé à l'orifice apical d'autre valeur que celle d'un simple oscule. C'est ce qui l'a conduit à considérer la *Geodia megastrella* comme un *Caminus*. Pour la déplacer, il lui a d'ailleurs été nécessaire de remanier la diagnose du genre *Caminus* et d'en détruire l'homogénéité, l'espèce *megastrella* contrastant de toute évidence avec les autres *Caminus* par la possession d'oxes au lieu de strongyles et d'asters au lieu de sphères.

La cavité du grand spécimen est régulière, infundibuliforme, nullement anfractueuse. Sa paroi, continue, unie par endroits, se creuse en d'autres de dépressions légères, aires circulaires ou ovales limitant chacune un groupe d'orifices exhalants cribeux. Sous ces aires viennent buter à plein autant de canaux exhalants et leur étendue dépend du calibre du canal qui correspond à chacune d'elles. Dans certaines régions du choanosome, les canaux, dont le diamètre varie entre 4 millimètres et 8 millimètres, se rapprochent assez les uns des autres au voisinage de la cavité cloacale pour que leurs aires exhalantes deviennent confluentes et forment à même la paroi de larges plaques criblées.

En raison de son grand développement, la Géodie

Digitized by Google

du Cap Finisterre a considérablement renforcé son écorce. Celle-ci, qui n'atteignait, d'après Sollas, que $0^{mm}87$ dans le spécimen du *Porcupine*, mesure d'une façon assez uniforme 5 millimètres d'épaisseur. La différence tient évidemment à l'âge des individus : une jeune *Geodia* serait incapable de former une croûte pareille. Malgré cela, M. Bernard m'apprend qu'elle a cédé un peu aux effets de la dessiccation et que le corps, plus régulièrement ovoïde à l'état frais, n'avait pas les bosselures qu'on remarque sur sa photographie. Les pores cribreux sont les plus vastes que j'aie vus et se prêtent au mieux à l'étude du système cribriporal. L'ectochone, formé aux dépens de l'ectochrote, mesure ordinairement $1^{mm}5$ de largeur. L'endochone, creusé dans la couche sterrastrale, est droit et large de 1 millimètre ; un sphincter à peu près aspiculeux le ferme à la face interne de l'écorce. Cette face, unie et percée d'orifices circulaires distants de 2 à 3 millimètres, contraste avec la face externe, plus rugueuse, marquée d'orifices en nombre égal mais irréguliers et comme étoilés.

L'ectochrote de la surface générale du corps se continue dans le cloaque et en constitue la paroi ; il s'épaissit beaucoup à cet effet et s'y montre chargé de ses spicules propres ; mais la couche sterrastrale ne l'y accompagne pas ou bien elle perd son caractère essentiel, car les sterrasters se montrent remarquablement clairsemées dans le revêtement cloacal.

Le choanosome après dessiccation a une teinte foncée, presque noire.

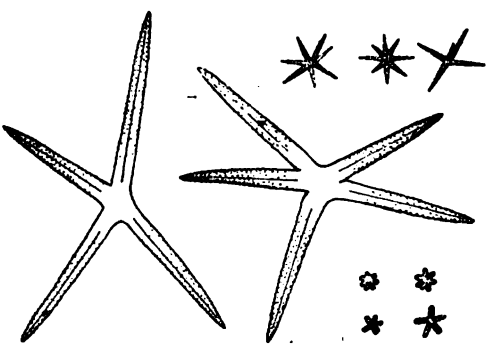
Les mégasclères sont : 1° des *oxes* choanosomiques, longs de $3^{mm}7$, épais de $0^{mm}055$; 2° des *orthotriænes* encore plus robustes, à rhabdome épais couramment de $0^{mm}1$, à clades atteignant $0^{mm}7$-$0^{mm}9$ de longueur ; les clades, à pointe habituellement récurvée, sont su-

Digitized by Google

jets à des déformations multiples ; ils se bifurquent quelquefois, mais cela généralement d'une façon tératologique et je n'ai pas rencontré de dichotriæne véritable ; 3° des *protriænes* et des *anatriænes*, à rhabdome très long mais bien plus mince que la tige des oxes choanosomiques et pouvant ne mesurer que 0mm2 et même 0mm1 d'épaisseur ; 4° enfin des *oxes* corticaux, fusiformes, légèrement courbés, ordinairement plus pointus à un bout qu'à l'autre, longs de 0mm 27, épais de 0mm008. Sollas a trouvé les oxes corticaux rares dans l'ectochrote du type ; ils existent au contraire en grand nombre dans le nouveau spécimen et abondent dans sa paroi cloacale.

Il y a, comme dans le type, quatre sortes bien distinctes de microsclères. Sollas n'en a cité que trois, négligeant, je ne sais pourquoi, les petites asters choanosomiques, ces « small body-stellate » dont Carter a fixé les dimensions et schématisé la forme.

Les *sterrasters*, subsphériques ou ellipsoïdales, sont grosses et mesurent environ 0mm18 de diamètre ou 0mm19 de long sur 0mm17 de large ; en état de complet développement, elles ont les actines nettement tronquées en un plateau lisse et grossièrement polygonal. Les *chiasters* somiques, très abondantes dans tout l'ec-



Digitized by Google

tochrote, sont fort petites ; à la surface du corps, leur diamètre est bien plus souvent de $0^{mm}006$ que de $0^{mm}008$; elles ont une dizaine de rayons très courts, raboteux, à bout tronqué, et présentent généralement alors un centrum ; ou bien leurs rayons diminuent de nombre, se réduisent à 7, 6 et même 4, mais s'allongent et s'épaississent un peu et se touchent à leur base sans laisser trace d'un centrum ; du côté cloacal, leur taille s'élève fréquemment à $0^{mm}01$ et leur centrum devient rarement visible.

Les asters choanosomiques sont des *subtylasters* sans centrum, composées de 12 ou 15 rayons (souvent moins), plutôt grêles, un peu coniques, avec un petit bouton terminal épineux encore plus fin qu'eux et qui les fait souvent paraître pointus ; leur diamètre varie de $0^{mm}019$ à $0^{mm}027$; ces asters, nombreuses dans tout le choanosome, constituent une catégorie de microsclères facilement reconnaissable. Viennent enfin les asters caractéristiques de l'espèce, les grandes *oxyasters* choanosomiques sans centrum, à actines raboteuses et pointues ; abondantes, au dire de Carter, dans le spécimen du *Porcupine*, elles restent clairsemées dans la profondeur du choanosome de notre Éponge mais se montrent réellement en assez grand nombre au-dessous de son écorce et au voisinage de sa paroi cloacale ; leurs actines varient de 4 à 6 et mesurent de $0^{mm}06$ à $0^{mm}065$ de longueur sur $0^{mm}005$ à $0^{mm}006$ d'épaisseur à la base ; elles sont parcourues par un canal axial qui semble n'arriver jamais au centre de l'aster.

Tout, en résumé, conduit à rendre *Geodia megastrella* au genre où son auteur l'avait placée, sa spiculation comme son système aquifère. Sa cavité centrale, malgré une membrane marginale, est un cloaque à paroi percée d'orifices exhalants cribeux, disposés par groupes

Digitized by Google

plus ou moins étendus. Des oxes de deux catégories (oxes choanosomiques et oxes corticaux) existent parmi ses mégasclères et tous ses microsclères sont des asters véritables.

Les anfractuosités de la roche qui porte la *Geodia megastrella* du Muséum de La Rochelle abritent d'autres Éponges dont j'ai signalé la présence aux Açores, *Petrosia crassa* (Carter) Lundbeck et *Isops pachydermata* Sollas.

Digitized by Google

Digitized by Google

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

1908-1910

Bureau.

Président, M. Bernard (O ✻, O. ❁, I ✠).

Vice-Présidents. { M. L.-E. Meyer (I ✠).
M. A. Vivier (I ✠, O ✠).

Secrétaires..... { M. Guillemin (✠ ✠ ✠).
M. Bordes.

Conservateur : M. G. Bernard (O ✻).

Conservateur-adjoint : M. Ch. Basset.

Bibliothécaire-archiviste : M.

Trésorier, M. E. Couneau (✻ A ✠).

M. Bernard est chargé du Muséum Fleuriau (Sciences naturelles et paléontologie du département, et du musée d'ostéologie).

Membres titulaires.

MM. Babut, Eug., banquier.

Basset, négociant.

Bernard (O ✻, O ❁, I ✠), pharmacien principal de 1re classe en retraite.

Bobrie, docteur-médecin.

Bordes, pharmacien de 1re classe.

Boutiron (✠), docteur-médecin, conseiller général, à Saint-Xandre.

Digitized by Google

MM. Brossard (✠), pharmacien.
Cailloux, pharmacien de 1re classe.
De Commines de Marsilly, à Paris.
Condamy, P., docteur-médecin.
Corbineau, architecte.
Couneau (✻, ✠), greffier honoraire du tribunal civil.
Daire, Paul, ingénieur agronome, professeur à l'Ecole industrielle de laiterie à Surgères.
Dollot (A ✠), correspondant du Muséum, à Paris.
Drouineau (✻), docteur médecin, inspecteur général des services administratifs du Ministère de l'Intérieur, en retraite.
Dubourg (O ❁, I ✠), professeur départemental d'agriculture.
Eury (❁), pharmacien.
Faideau (I ✠), professeur à l'école J.-B. Say, Paris.
Fanton, directeur du grand séminaire.
Fleury (✠), pharmacien honoraire, conseiller général, à Marans.
Fournier, prof., direct. du laboratoire municipal.
Guillaud (✻, I ✠), professeur à la faculté de Bordeaux, Saintes.
Guillemin (✠, ✠, ✻), pharmacien.
Hillairaud, docteur-médecin.
Manseau, professeur à l'Ecole normale d'instituteurs.
Martin (✠), imprimeur.
Martin (✠), docteur-médecin.
Meyer, Eugène (I ✠), courtier maritime.
Modelski (✻), ing. en chef des ponts et chauséess.
Musset (I ✠), bibliothécaire de la Ville.
Périer fils (✠), courtier.
Rouvier (O ✻, ❁), prop., sénateur, conseiller général, Surgères.
Rouy (✻), botaniste, Asnières (Paris).
Soenen, pharmacien de 1re classe.
Turpain (I ✠), prof. à la faculté des sc. de Poitiers.
Vieljeux, armateur.
Vivier, Alfred (I ✠, O ✠), juge honoraire.

Digitized by Google

Membres Agrégés.

BERNARD, inst. au Bois (île de Ré).
BOUCHERIE, Michel, Chez-Merlet, com. de Bresdon, canton de Matha.
BOURON, Rochefort.
BUROT (✻, I ✠), Dr à Rochefort.
COMBES, Dr, sénateur, Président du Cons. gén., à Pons.
COUILLIAUX, juge de paix, St-Genis.
DELABARRE, Saujon.
DE LABONNEFON (✠), chanoine de la Cathédrale.
DE SAINT-MATHURIN, St-Jean d'Angély.
ESPAILLAC, Saint-Denis-d'Oleron.
MANÈS, Ad. (✻), cap. retr. Saujon.
MURE (✻), Surgères.
PARENTEAU.
ROMIEUX (O ✻), capitaine de frégate, Rochefort.
SIMON, receveur de l'enregistrement, Rochefort.
TESSERON, instituteur en retraite, Crazannes.
VIGER, instituteur, à Dompierre-s/-mer.
VIVIER, Alphonse, avocat, à Cognac.

Membres Correspondants.

ALLENET (✻), officier de marine, Rochefort.
ALLENET (✻), lieutenant-colonel en retraite, Poitiers.
BAUDOUIN, pharmacien, Cognac.
BÉDART (✻, ✠, ✠), doct., professeur, à Lille.
BAUDRY, docteur, prof. à la Faculté de médecine, Lille.
BERGERET, pasteur à Vitré, Deux-Sèvres.
BERNARD, Aug., Poitiers.
BERTHAUD, prof. de physique, Mâcon.
BOIZOT (I ✠), prov. du Lycée, Mâcon.
BONJEAN, Félix, Lyon.
BORDAGE, directeur du Muséum de l'Ile de la Réunion.
BOULANGIER, ing. des ponts et chaussées.
BOULLAND, H., docteur, Limoges.
BOVET, Alfred, Montbéliard.
CAMPEAU, J.-R.-E., président de l'Institut français-canadien, Ottawa.
CAMUS, pharmacien, Paris.
CASTAN (✻), officier d'artillerie.
CHABERT (O ✻), médecin principal de 1re classe en retraite, à Chambéry (Savoie).
CHAMPENOIS, inspecteur des forêts.
CHARLET, Luze (Basses-Pyrénées).
CHARTRON, recev. de l'enr., Luçon.
CHAUVET, notaire, Ruffec.
CLARET, docteur, Vannes.
COSTE, Paris.
COURÇONNAIS (I ✠), inspecteur d'académie, Limoges.
CRAHAY DE FRANCHIMONT (✻), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 43, rue Saint-Pétersbourg, Paris (18e).
DANGEARD, prof. Faculté des sciences, Paris.
DASSY, préparateur de physiologie à la Faculté de médecine, Paris.
DE CESSAC (✠), Guéret.
DE GRESSOT (O ✻), général d'artillerie.
DANGIBEAUD, Edouard (O ✻), s-directeur honoraire de la marine, Paris.
DELAVAUD (O ✻, I ✠, C ✻,), Insp. hon. serv. de santé, 85, r. de la Boëtie, Paris.

Digitized by Google

Delavoie, sous-ingénieur, Rochefort.
Delhomel, 40, rue de Verneuil, Paris.
Des Mesnards, docteur, 19, rue St-Vivien, Saintes.
Docteur, A., négociant, Bordeaux.
Drouet, Troyes.
Duany-Soler, docteur, directeur de l'asile départemental, Niort.
Duffort, pharmacien, Angoulême.
Dupré (✻, I. ✿), inspecteur d'académie, Paris.
Eck, André, pharm. Nogent-sur-Marne.
Fée, F. (☗, ✻), méd. princ. de 1re cl. 11e corps.
Fines, docteur, Perpignan.
Fournier, A., cons. histoire nat., Niort.
Gaborit, pharmacien, Nantes.
Galles, conseiller de préfecture honoraire.
Gamin, instituteur, à Piedblanc, près Niort.
Gariel (C ✻), inspect. gén. des ponts et chaussées, m. de l'Académie de médecine, prof. à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy, Paris.
Gautier, L., docteur, Melle.
Giraudeau, docteur, Pau.
Good, Paul, docteur, La Mothe-St-Héray.
Gyoux, docteur, Bordeaux.
Hugues, Edm. (O ✻, I), sous-Préfet aux Andelys.
Hy (abbé), Angers.
Jouan (O ✻, I ✿), cap. de vaisseau, en retraite, Cherbourg.
Jourdain (✿), docteur ès-sciences, Paris.
Jousset de Bellesme (✻, I), 41, rue de Valois, Paris.
Labeyrie (✿), insp. primaire, Tulle.
Lalande, Ph., Brives.
Lataste, à Cadillac-s/-Garenne (Gironde).
Laventure (A.), instituteur à Chérac.
Leenhardt, (docteur René), 7, rue Marceau, Montpellier.
Legouis, prof. de zool., éc. norm. Paris.
Letellier, prof. Alençon.
Liénard, Verdun.
Loriol (de) P., géol. chalet des Bois, par Crassier, Suisse.
Lourde, ancien pasteur, Castres.
Ly-Chao-Pée (A ✿, ✻), mandarin et lettré chinois, attaché à la mission scientifique, Paris.
Malinvaud, 8, rue Linné, Paris.
Mairand, empl. des ponts et chaus., Niort.
Mantovani, Paul, naturaliste, Rome.
Mantovani, G., naturaliste, Rome.
Marçais, 19, rue Ninau, Toulouse.
Maufras, E., Beaulieu, par Bourg-s/-Gironde (Gironde).
Mazure (✻, I ✿), insp. d'acad. en retraite.
Mila de Cabarieu, H. (O ✻, I ✿), ancien préfet, Cabarieu (Tarn-et-Garonne).
Moullade, (✻) Alb., pharmacien princ. de 1re classe en retraite, Marseille.
Moullade, pharmacien au Puy.
Nicollon.
Odin, direct. du labor. de zool. marine, 10, quai Franqueville, Sables-d'Olonne.
Papier, Hippone.
Perrier, Edm. (C ✻, I ✿), memb. de l'Instit., dir. du muséum, 57, rue Cuvier, Paris.
Personnat, Victor, receveur des cont. indir., Château-Thierry.
Piètre, professeur à Oran.
Piolet, cap. au long cours, pilote du canal à Ismaïlia (Egypte).
Portal (baron de), Louis, à Montauban.
Ramonet, ag. ad. de la marine, Ruelle.
Richemond (Adolphe de), pasteur, à Rochefort.
Rasselot (de), conservateur des eaux et forêts, en retraite, à Poitiers.
Rochebrune (A. de) doct., aide-nat. au muséum, Paris.
Rousseau, Ph., instituteur, La Verrière de Bruffierie (Vendée).
Rouxel (I ✿), prof. de physique.
Sabatier, Armand, (✻, I ✿), doyen de la Faculté des sciences, Montpellier.
Stéphani.
Suringar, W.-E.-R. (O ✻), prof. Université, Leyde.
Taslé (✻), ancien notaire, Vannes.
Tillet, Paul, professeur d'histoire naturelle, Villeneuve-sur-Saône.

Digitized by Google

TRIGANT de BEAUMONT, (Madame), botaniste.
DE VASSELOT, cons. des eaux et forêts, en retraite, à Poitiers.
VENDRIÈS, attaché au ministère de l'Instruction publique, Paris.
VIAUD-GRAND-MARAIS, docteur, Nantes.
VAN DEN CRUYSSEN, P. (✱), 16, rue de La Mothe-du-Pin, Niort.
VINCENS (O ✱), sous-directeur honoraire du ministère de l'intérieur, 24, avenue Wagram, Paris.
VINCENT, pharmacien, Angoulême.
WŒLFFLE, agent-voyer d'arrondissement, Civray.
ZAVODNY, Dr, D. Brenntegasse, 24, à Prague, Bohème.

Digitized by Google

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

FRANCE.

Paris..... Ministère de l'instr. publique, comité des travaux scientifiques. (Envoi de 5 volumes d'*Annales*.)
id..... Musée Guimet (1 exemplaire d'*Annales*).
Aix..... Académie des sc., agric., arts et b.-lettres, Bouches-du-Rhône.
Alais..... Société scientifique et littéraire.
Amiens..... Société linnéenne du nord de la France.
Angers..... Société d'études scientifiques.
id..... Société d'agriculture, sciences et arts.
id..... Société industrielle et agricole du Maine-et-Loire.
id..... Société d'horticulture du Maine-et-Loire.
Autun..... Société d'histoire naturelle.
Auxerre..... Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
Bayonne..... Société des sciences et arts.
Beaune..... Société d'histoire, d'archéologie et de littérature.
Belfort..... Société d'émulation.
Béziers..... Société scientifique, archéologique et littéraire.
Bône..... Académie d'Hippone.
Bordeaux..... Académie des belles-lettres, sciences et arts.
id..... Société linnéenne.
id..... Société des sciences physiques et naturelles.
id..... Société d'anthropologie du Sud-Ouest.
id..... Société archéologique.
Bourg..... Société des sciences naturelles et d'archéologie de l'Ain.
Bourg..... Société des naturalistes de l'Ain.
Brest..... Société académique.
Brives..... Société scientifique, histor. et archéo. de la Corrèze.
Carcassonne..... Société d'études scientifiques de l'Aude.
Châlons-sur-Marne. Société d'agriculture, sciences et arts de la Marne.
Chambéry..... Académie des sciences, lettres et arts de Savoie.
Charleville..... Société d'histoire naturelle des Ardennes, au Vieux-Moulin.
Cherbourg..... Société des sciences naturelles.
Clermont-Ferrand. Société limnologique de Besse.
Concarneau..... Loboratoire de zoologie et de physiologie maritimes.
Dax..... Société de Borda.
Draguignan..... Société d'études scientifiques et archéologiques.
Grenoble..... Académie delphinale.
Guéret..... Société des sciences naturelles et archéol. de la Creuse.
Le Hâvre..... Société nationale hâvraise d'études diverses.
id..... Société des sciences et arts, agricoles et horticoles.
Langres..... Société historique et archéologique.
id..... Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
Le Puy..... Société d'agriculture, sciences et arts.

Digitized by Google

Le Puy..... Société agricole et scientifique de la Haute-Loire.
Levallois-Perret.... Association des naturalistes de Levallois-Perret (Seine).
Lille..... Société géologique du Nord.
Limoges..... Société Gay-Lussac.
id..... ..... Société de botanique.
Lyon..... Société d'agriculture et d'histoire naturelle.
id..... Société littéraire, historique et archéologique.
Le Mans..... Société historique et archéologique.
Marseille..... Société scientifique Flammarion.
Montauban..... Académie des sciences, belles-lettres et arts.
id.. ..... Société archéologique.
Montbéliard..... Société d'émulation.
Montpellier..... Académie des sciences.
Moulins..... Revue scientifique du Bourbonnais ; M. Ollivier, directeur.
Nantes..... Société académique.
id..... Société des sciences naturelles.
Nice.. ..... Société des lettres et sciences.
Nîmes..... Académie du Gard.
id..... Société d'études des sciences naturelles.
Niort..... Société de statistique.
id..... Société de botanique.
id..... Bibliothèque scientifique de l'Ouest.
id..... Société de vulgarisation des sciences naturelles des Deux-Sèvres.
Paris..... Association française pour l'av. des sc., 28, rue Serpente.
id..... Ecole polytechnique.
id... ..... Société géologique de France, 28, rue Serpente.
id..... Société zoologique de France, 28, rue Serpente.
id.. ..... Société botanique de France, 84, rue Grenelle-Saint-Germain.
id ..... Bibliothèque de l'Université, à la Sorbonne.
id..... Biblioth. des sociétés savantes à la Biblioth. nationale, r. Richelieu.
id..... Minist. de l'instr. publ., commis. du répert. de bibliogr. scient.
Pau..... Société des sciences et lettres.
Perpignan..... Société agricole, scientifique et littéraire.
Privas..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Reims..... Académie.
id.. ..... Société d'études des sciences naturelles.
Rennes..... Bibliothèque de l'Université.
Rochechouart..... Société des amis des sciences.
Rochefort..... Société de géographie.
Rouen..... Société des amis des sciences.
Saintes..... Commission des arts et monuments historiques.
Sens..... Société archéologique.
St-Etienne..... ... Société d'agriculture, sciences et arts.
Toulon..... Académie du Var.
Toulouse..... Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.
id..... Société d'histoire naturelle.
id..... ..... Société archéologique du Midi de la France.

Digitized by Google

Toulouse..... Bibliothèque de l'Université, 2, rue de l'Université.
id..... Société Franco-Hispano-Portugaise.
id..... Société des sciences physiques et naturelles.
id..... Société de botanique, rue Ninau.
Troyes..... Société académique d'agriculture et sciences de l'Aube.
Vannes..... Société polymathique du Morbihan.
Verdun..... Société philomatique.
Versailles..... Société des sciences naturelles et médicales.
id..... Société des sciences morales, lettres et arts.
Vesoul..... Société d'agriculture, sciences et arts.
Vitry-le-François... Société des sciences et arts.

ALSACE-LORRAINE.

Colmar..... Société d'histoire naturelle.
Metz..... Société d'histoire naturelle de la Moselle.
Strasbourg..... Société d'horticulture de la Basse-Alsace.
id..... Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.

ALLEMAGNE.

Brême..... Société des sciences naturelles.
Brunswick..... Société d'histoire naturelle.
Giessen..... Société d'histoire naturelle et médicale.
Kœnisberg..... Société physico-économique.
Halle-sur-Saale..... Académie impériale des naturalistes.
Landshut..... Société botanique de la Bavière.

ANGLETERRE.

Londres..... British museum (natural history), Cromwell road.
Manchester..... Société littéraire et philosophique.

AUTRICHE.

Vienne..... Musée d'histoire naturelle, 1, Burgriny.
Prague..... Société entomologique de Bohême.

BELGIQUE.

Bruxelles..... Société royale malacologique.
id..... Société royale de botanique.

CANADA.

Montréal..... Société d'histoire naturelle.
id..... Société historique de Montréal.
Ottawa..... Institut Canadien-français.
Québec..... Université Laval.
Toronto..... Canadian institute.
Halifax..... Nova scotian institute of sciences.

Digitized by Google

ETATS-UNIS.

Brooklyn..... Bibliothèque du Muséum de l'Institute de Brooklyn.
Cincinnati..... Office of the Lloyd Museum and Library, 224, West Court street.
Davenport..... Académie des sciences naturelles.
Lansing..... Academy of science of Michigan.
Manille (Philippines).. Académie des sciences.
New-Haven..... Académie des sciences et arts de Connecticut.
New-York..... Société historique.
Philadelphie..... Société philosophique américaine.
Rochester..... Académie des sciences.
Topeka..... Société historique du Kansas.
id..... Académie des sciences.
St-Louis, M O..... Missouri botanical Garden.
Washington..... Société géologique; Smithsonian institution.
id. D. C..... Société des régents de l'institution Smithsonienne.
id. D. C..... Bureau d'ethnologie.

LUXEMBOURG.

Luxembourg..... Société de botanique.
id..... Société des naturalistes luxembourgeois.

MEXIQUE.

Tacubaya..... Observatoire astronomique.

NORWÈGE.

Christiania..... Université royale.

RUSSIE.

Helsingfors..... Société zoologique et botanique de Finlande.
Kiew..... Société des naturalistes.
Moscou..... Société impériale des naturalistes.

SUÈDE.

Goteborg..... Société royale des sciences et belles-lettres.
Upsal..... Institut géologique de l'Université d'Upsal.

SUISSE.

Berne..... Bibliothèque de la société bernoise des sciences naturelles.
id..... Société des sciences naturelles.
id..... Société des naturalistes.
Chambéry..... Herbier Boissier (M. Beauverd, conservateur).
Fribourg..... Société fribourgeoise des sciences naturelles.
Genève..... Société de physique et d'histoire naturelle.
Lausanne..... Société des sciences naturelles.
Neuchâtel..... Société des sciences naturelles.

URUGUAY.

Montevideo..... Musée national de Montevideo.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Compte rendu de la Société des Sciences naturelles, par M. Bordes..... v

Les ondes dirigées en Télégraphie sans fil et le problème de la syntonie, par M. A. Turpain..... 1

Le siège de l'odorat chez les insectes, par M. C. de Labonnefon..... 11

Kogia breviceps Blainville, par M. Bernard..... 21

Sur une magnifique Geodia megastrella Carter, du Muséum de La Rochelle, par M. E. Topsent..... 27

Liste des membres et des Sociétés correspondantes. 35

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google